

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
საინჟინრო-ტექნიკური ფაკულტეტი

*ხელნაწერის უფლებით*

## კონსტანტინე ბოლქვაძე

**საქართველოს შავიზღვისპირა აკვატორიაში მცირე სიმძლავრის  
პორტების შექმნის პერსპექტივების დასაბუთება და მათი  
ტექნიკურ-ეკონომიკური პარამეტრების გამოკვლევა**

ტრანსპორტის ინჟინერიის დოქტორის (0716.1.1) აკადემიური ხარისხის  
მოსაპოვებლად წარმოდგენილი დისერტაციის

**ავტორეფერატი**

ქუთაისი 2021

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
საინჟინრო-ტექნიკური ფაკულტეტი

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: პროფესორი ირაკლი შარაბიძე

რეცენზენტები: პროფესორი რომან მამულაძე  
ბათუმის სახელმწიფო საზღვაო აკადემია

ასოც. პროფესორი ნოდარ მარდალეიშვილი  
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

დისერტაციის დაცვა შედგება 2021 წლის ..... 14<sup>00</sup> საათზე

საინჟინრო -ტექნიკური ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს მიერ შექმნილ  
სადისერტაციო კომისიის სხდომაზე. მისამართი: ქუთაისი, თამარ მეფის ქ. № 59,  
I კორპუსი, აუდ. №1114.

დისერტაციის გაცნობა შესაძლებელია აკაკი წერეთლის სახელმწიფო  
უნივერსიტეტის ბიბლიოთეკაში მისამართზე: 4600. ქუთაისი. თამარ მეფის ქ. 59.

ავტორეფერატი დაიგზავნა ..... 2021 წელი  
(თარიღი)

სადისერტაციო საბჭოს

მდივანი ასოც.პროფესორი \_\_\_\_\_ /ნ. სახანბერიძე/  
(ხელმოწერა)

## სამუშაოს საერთო დახასიათება

**თემის აქტუალობა.** ძნელია შეაფასო პორტების მნიშვნელობა ქვეყნების და ტერიტორიების ეკონომიკურ განვითარებაში. იმის გამო, რომ საზღვაო გადაზიდვები უმრავლეს შემთხვევაში უფრო ეფექტურია, ვიდრე მიწისზედა ტრანსპორტი, პორტების არსებობა ყოველთვის ხელს უწყობდა ქვეყნებს და რეგიონებს შორის ტვირთბრუნვის სწრაფ განვითარებას. საზღვაო გადაზიდვები, და როგორც აქედან გამომდინარე სამდინარო და საზღვაო პორტები უზრუნველყოფდნენ კავშირს მსოფლიოს ეკონომიკურად განვითარებულ ცენტრებს და ნაკლებადგანვითარებულ პერიფერიულ რეგიონებს შორის. ასეთი როლის შესრულებით პორტები ასრულებდნენ ქალაქების ზრდის და ეკონომიკური გაძლიერების ფუნქციებს და წარმოადგენდნენ რეგიონების განვითარების ძირითად კერებს.

საყოველთაოდ ცნობილია, რომ საქართველოს შავი ზღვის სახით გააჩნია უდიდესი რესურსული პოტენციალი, თუმცა ამ რესურსის გამოყენების ხარისხი ვერავითარ კრიტიკას ვერ უძლებს. საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო, რომლის სიგრძე 310 კმ-ია, იძლევა მცირე პორტების ქსელის განვითარების საუკეთესო საშუალებას, რაც სხვა სიკეთეებთან ერთად ხელს შეუწყობს როგორც ქვეყნის შიგნით, ასევე ზღვაზე მცირე და საშუალო ბიზნესის ინტენსიურ განვითარებას, ქვეყნის მაკროეკონომიკური მაჩვენებლების (მშპ ერთ სულ მოსახლეზე, დასაქმების და უმუშევრობის ინდექსები) გაუმჯობესებას და შესაბამისად ქვეყნის ეკონომიკის განვითარებას.

პორტები და ნავსადგურები განეკუთვნებიან რა სასაზღვრო კონტროლის, გადატვირთვის, ადმინისტრაციული მომსახურების და სავაჭრო პროცედურების განხორციელების ადგილს, აგრეთვე მიწისზედა და საზღვაო სატრანსპორტო მარშრუტების დამაკავშირებელ კვანძებს, წარმოადგენენ სატრანსპორტო - ლოჯისტიკური ჯაჭვის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს რგოლს.

ნაოსნობა შავ ზღვაზე სათავეს ანტიკურ ხანაში იღებს, ამრიგად, შავი ზღვის რეგიონის ქვეყნებს და ხალხებს აქვთ უძველესი საზღვაო ტრადიციები და ისტორია, მათ შორის საერთაშორისო მიმოსვლების კუთხით. ეს ისტორიული გარემოებები კვლავ ასრულებს მნიშვნელოვან როლს ჩვენს ქვეყანაში საზღვაო საქმის განვითარების მიზნით წამოჭრილი გამოწვევების გონივრული გააზრების პროცესებში.

მიუხედავად მნიშვნელოვანი ინვესტიციებისა, საპორტო ოპერაციები და საზღვაო სატრანსპორტო საშუალებები უმეტეს შემთხვევაში კვლავ არასტანდარტული არიან, რაც აფერხებს საზღვაო გადაზიდვების სექტორის განვითარებას. გადახედვას მოითხოვს საზღვაო საქმის მარეგულირებელი ნაციონალური პოლიტიკა ეკონომიკური გლობალიზაციის და მიწოდებთა ჯაჭვის კონცეფციის პოპულარობის განუწყვეტელი ზრდის გათვალისწინებით.

მსოფლიო ეკონომიკური ფორუმის მიერ შემუშავებული „მსოფლიო კონკურენტუნარიანობის ინდექსი“-ს მიხედვით საქართველოს უჭირავს 67-ე ადგილი, ხოლო ამ ინდექსის „ინფრასტრუქტურის კრიტერიუმში“, მათ შორის საპორტო ინფრასტრუქტურის ხარისხში – 69 - ე ადგილი.

ლოჯისტიკის განვითარების ინდექსის მიხედვით რეგიონის სხვა მეზობელ ქვეყნებთან შედარებით საქართველოს გააჩნია სუსტად განვითარებული სატრანსპორტო ლოჯისტიკური სისტემები . ასეთი მდგომარეობა უარყოფითად აისახება:

- მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარების ტემპებზე;
- ქვეყნის საინვესტიციო მიმზიდველობაზე;
- ეკონომიკაზე, დასაქმების და ცხოვრების დონეზე.

არსებული გამოწვევების დასაძლევად საქართველოს მთავრობამ ბიზნეს სტრუქტურების დაინტერესების გზით, ქმედითი ღონისძიებები უნდა გაატაროს სახმელეთო-საზღვაო სატრანსპორტო-ლოჯისტიკური სისტემების შემდგომი განვითარების და მისი კონკურენტუნარიანობის ამაღლების მიმართულებით, რაშიც დიდი როლის შესრულებას შეძლებს ქვეყანაში მცირე პორტების ქსელის შექმნა და განვითარება. იმავე დროს ეს კვლევები გახდება მნიშვნელოვანი საფუძველი საქართველოში „საზღვაო ბიზნესის განვითარების სტრატეგიის“ შესამუშავებლად.

### ***კვლევის მიზნები და ამოცანები***

უნდა აღინიშნოს, რომ დიდი დედვეიტის გემების ექსპლუატაციას თან სდევს მათი პორტებში პირდაპირი შესვლების რაოდენობრივი შემცირება, რის გამოც საჭირო ხდება „hub and spoke“ პრინციპით გადატვირთვის სისტემის გამოყენება, რაც დაბლა წევს პროცესის მოქნილობის ხარისხს და სავარაუდოდ ვიღებთ რეისების სიხშირის უფრო დაბალ ეფექტურობას.

ტვირთამგზავნები თვლიან, რომ ყოველივე ამის შედეგია ჩავარდნები მიწოდებათა ჯაჭვში, შეფერხებები, დიდი მარაგების შექმნა, და აქედან გამომდინარე, მოთხოვნილების გაზრდა საბრუნ საშუალებებზე, რაც ხშირად ხდება მძლავრი პორტის-ჰაბის ძირითადი პრობლემა.

ამრიგად, დღეისათვის საზღვაო ქვეყნებში მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარების საქმეში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს მცირე ნავსადგურების ქსელის შექმნას. მაგალითისათვის, ლატვიას მსხვილ პორტ-ჰაბებთან (ლიეპაია, ვენტსპილსი, რიგა და სხვა) ერთად ბალტიის ზღვაზე აქვს შვიდი მცირე ნავსადგური (პავილოსტა, როია, მერსრაგსი და სხვა). ისინი არიან ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი იმ ინსტრუმენტებს შორის, რომლებიც დადებითად მოქმედებენ ქვეყანაში მცირე და საშუალო ბიზნესის მდგრად და თანაბარ განვითარებაზე. მცირე ნავსადგურები გვევლინებიან რეგიონალური ეკონომიკური აქტივობის ცენტრებად.

მცირე ნავსადგურიდან ექსპორტის ტექნოლოგიური პროცესი მსხვილ ღრმაწყლოვან პორტ-ჰაბებთან შედარებით სრულდება უფრო სწრაფად და მარტივად. რადგანაც მცირე პორტებში შესაძლებელია ტვირთის საავტომობილო ტრანსპორტით მიწოდება პირდაპირ ტერმინალზე, ეს კი ძალიან ეკონომიურია, რადგან გამოირიცხება სატვირთო ერთეულის წინასწარი გადატვირთვა და ტრანსპორტირება სატვირთო ეზოდან ან საწყობიდან გემში ჩასატვირთ ტერმინალამდე.

მცირე ნავსადგურების შექმნაში და მათი ინფრასტრუქტურის გასაუმჯობესებლად ჩადებული სახელმწიფო თუ კერძო ინვესტიციები დადებითად აისახება საზღვაო გადაზიდვების რისკების შემცირებაზე და უსაფრთხოების გაზრდაზე, ამცირებს გარემოს მასშტაბური დაბინძურების რისკებს და ხელს უწყობს მცირე ნავსადგურების ფუნქციონირების გარემოს მოწესრიგებას.

ჰატარა ნავსადგურების საშუალებით შესაძლებელია ტვირთების გადატვირთვა მცირე დანახარჯებით. აქ პრიორიტეტულია რეგიონში წარმოებული მცირეპარტიული სასოფლო-სამეურნეო, სამშენებლო, სანედლეულო და სხვა სახის ტვირთების მომსახურება. ნავსადგურების ტერიტორიაზე ან მასთან ახლოს შეიძლება განლაგდეს ზვის პროდუქტების პირელადი გადასამუშავებელი კომბინატი და ადვილად განხორციელდეს როგორც თევზის ტრანსპორტირება, ასევე მზა პროდუქციის ექსპორტი. მცირე ნავსადგურს ადვილად შეუძლია საიახტო და საკრუიზო ტურიზმის განვითარება.

### *კვლევის მეთოდოლოგია*

თანამედროვე მცირე პორტების კონკურენტურობის საფუძველს მიმზიდველ გეოგრაფიულ მდებარეობასთან და გამართულ ინფრასტრუქტურასთან ერთად სერვისის მაღალი სტანდარტებით საქმიანობა წარმოადგენს. სატვირთო გადაზიდვების ზრდა სამხრეთ კავკასიის და ცენტრალური აზიის ქვეყნებში და აგრეთვე ჩინეთიდან ევროპის მიმართულებით, მოითხოვს განსაკუთრებულად ეფექტური ხერხების გამოყენებას გადაზიდვების პროცესებსა და ლოჯისტიკური გადაწყვეტილებების მიღებაში.

ნაშრომში კვლევის თეორიულ-მეთოდოლოგიურ საფუძველად გამოყენებულია დიალექტიკური მეთოდი, რომლის დროსაც კვლევებთან დაკავშირებული ეკონომიკური მოვლენები განიხილება მკაცრ მიზეზ-შედეგობრივ კავშირში. ხოლო შედარებითი ანალიზის მეთოდით ჩატარდა კვლევის შედეგების ანალიზი მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების გამოკვლევის საფუძველზე.

კვლევებში აგრეთვე გამოყენებულია სისტემური ანალიზის ნაცადი მეთოდი, რომელიც გულისხმობს სისტემის ცალკეული ფუნქციების ისეთი ერთიანი მთლიანის შექმნას, რომელიც თავისი ეფექტურობით აჭარბებს მისი შემადგენელი ნაწილების ან ფუნქციების ჯამურ ეფექტურობას. ასეთი მიდგომა საშუალებას გვაძლევს ჯამური ეფექტურობის გაზრდის მიზნით უზრუნველყოთ მცირე პორტების ცალკეული

ინფრასტრუქტურულ რგოლებს შორის სინერგიული დამოკიდებულება მისი ფუნქციონირების საერთო ეფექტურობის გაზრდის თვალსაზრისით. კვლევებში გამოყენებულია ალბათურ-სტატისტიკურ ხერხები და მოდელები, სატრანსპორტო ამოცანების გადაწყვეტის როგორც კლასიკური, ასევე კონკრეტული კერძო სიტუაციების შესაბამისი მეთოდები.

თეორიული გაანგარიშებების ადექვატურობის დადგენის თვალსაზრისით ნატურულ- ექსპერიმენტალური მეთოდებით ჩატარებულია მცირე პორტის განაშენიანების ტერიტორიის და სატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობის მარშრუტების გამოკვლევები GIS და სხვა თანამედროვე სისტემების გამოყენებით.

### *კვლევის მოსალოდნელი შედეგები*

ჩვენი ქვეყნის ხელისუფლების მიერ გაცხადებული ბიზნეს საწარმოების და სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის ობიექტების ეფექტური სივრცითი მოწყობის გეგმის განხორციელების ერთ-ერთ მიმართულებად საქართველოს შავი ზღვის სანაპიროზე მცირე ნავსადგურების ქსელის მოწყობა შეიძლება ჩაითვალოს.

საქართველოს შავიზღვისპირეთში მცირე პორტების ქსელის შექმნის იდეა მჭიდრო კავშირშია რეგიონში არსებული სოციალურ-ეკონომიკური და ეკოლოგიური პრობლემების მოგვარებასთან, კონფლიქტურ ზონებთან მშვიდობიანი ურთიერთობების განმტკიცებასთან და ურთიერთნდობის ამაღლებასთან. პორტების ქსელის შექმნით შესაძლებელი იქნება ქვეყნისათვის და სრულიად რეგიონისათვის მნიშვნლოვანი ინოვაციური შედეგების მიღწევა.

ჩატარებული კვლევის შედეგების საფუძველზე შესაძლოა მოხდეს ცალკეული ტექნოლოგიური აქტივობის პრაქტიკული განხორციელების დაწყება, რაც მნიშვნელოვნად შეამცირებს კვლევის პროცესებში პროექტის მდგრადობის მიმართ წარმოშობილ რისკებს და გზას გაუხსნის მისი შემდგომი პრაქტიკული განხორციელების შესაძლებლობებს.

კვლევების საფუძველზე შექმნილი ტექნოლოგიებით დაინტერესებულ სამთავრობო და ბიზნეს-სტრუქტურებს შორის ნაყოფიერი ურთიერთთანამშრომლობის შედეგად მოხდება მცირე პორტების ქსელის სატრანსპორტო-ლოჯისტიკური სისტემების ხარისხობრივი დახვეწა, რის შედეგადაც დამუშავებული ტექნოლოგიების პრაქტიკაში რეალიზაციის საკითხებთან დაკავშირებული რისკები მინიმუმამდე შემცირდება. რაც მისი პრაქტიკული რეალიზაციის საფუძველი გახდება.

კვლევების განხორციელების პროცესში, შესაბამისი დაინტერესებული სამთავრობო და ბიზნეს სტრუქტურების ჩართულობით, შეიქმნება საქართველოში ზღვასთან დაკავშირებული მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარების სტრატეგიული გეგმა, რომელიც დღეისათვის არ არსებობს.

### **კვლევებში საერთაშორისო და ადგილობრივი თანამშრომლობა**

კვლევების ფარგლებში შედგა თანამშრომლობა როგორც საზღვარგარეთის, ასევე ადგილობრივ ინსტიტუციებთან. შავ ზღვაზე მცირე პორტების პროექტის მიმართ ინტერესი გამოხატეს: ვისმარის უნივერსიტეტმა გერმანიიდან, სოფიის ტრანსპორტის უნივერსიტეტმა, ვარნას და ბურგასის ტექნიკურმა უნივერსიტეტებმა ბულგარეთიდან; ოდესის ნაციონალური ეკონომიკური უნივერსიტეტმა უკრაინიდან; კასპიის სახელმწიფო უნივერსიტეტმა (აქტაუ) და ლ.ნ.გუმილიოვის სახელობის ევრაზიის ნაციონალურმა უნივერსიტეტმა (ასატანა) ყაზახეთიდან. კვლევების ფარგლებში საკონსულტაციო თანამშრომლობის საკითხები განხილული იყო შეხვედრებზე საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციების მუშაობის პროცესში (trans&MOTAUTO; “HIGH TECHNOLOGIES. BUSINESS. SOCIETY , EUROPE – ASIA TRANSPORT BRIDGE ).

თემის კვლევის ფარგლებში აგრეთვე ჩატარდა მუშაობა ადგილობრივ ინსტიტუციებთან : სსიპ საზღვაო ტრანსპორტის სააგენტოსთან, რომელიც მონიტორინგს უწევს საქართველოს საზღვაო პორტებს; საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტროსთან - ტვირთნაკადების პერსპექტიული მოცულობების დაზუსტების თვალსაზრისით; ზღვისპირა რეგიონების სამხარეო ადმინისტრაციებთან, პროექტთან დაკავშირებული ინფრასტრუქტურული ობიექტების და მიმდებარე სარეაქრაციო ზონებისა განლაგების ადგილის შერჩევის მიზნით და სხვა.

საქართველოს საზღვაო-სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარებით და მისი ხელშეწყობით დაინტერესებული არიან როგორც უშუალოდ მეზობელი ქვეყნების: თურქეთის, აზერბაიჯანის, ბულგარეთის, უკრაინის, სომხეთის, ყაზახეთის მთავრობები და ბიზნესორგანიზაციები, ასევე უდიდესი ეკონომიკური პოტენციალის მქონე ჩინეთის ხელისუფლება.

ბოლო ცნობებით ირანის ხელისუფლება აქტიურად განიხილავს საქართველოს გავლით ევროპის ქვეყნებისაკენ ტვირთზიდვის მოცულობების გაზრდის რეალურ პერსპექტივებს.

### **სამუშაოს განხილვა**

სადისერტაციო ნაშრომში ჩატარებული კვლევების შედეგების შესახებ მოხსენებები გაკეთდა:

1. საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკურკონფერენციაზე “HIGH TECHNOLOGIES. BUSINESS.SOCIETY” 13 – 16.03. 2021წ. ბოროვეცი, ბულგარეთი.
2. საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენციაზე “trans&MOTAUTO19”. ვარნა, ბულგარეთი, 2019წ.
3. ბათუმის სახელმწიფო საზღვაო აკადემიის სამეცნიერო კონფერენციაზე ბათუმი 2020.

4. ტრანსპორტის მიმართულების სამეცნიერო-პრაქტიკულ სემინარებზე აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მშენებლობისა და ტრანსპორტის დეპარტამენტში (ქუთაისი 2019 – 2021წწ.)

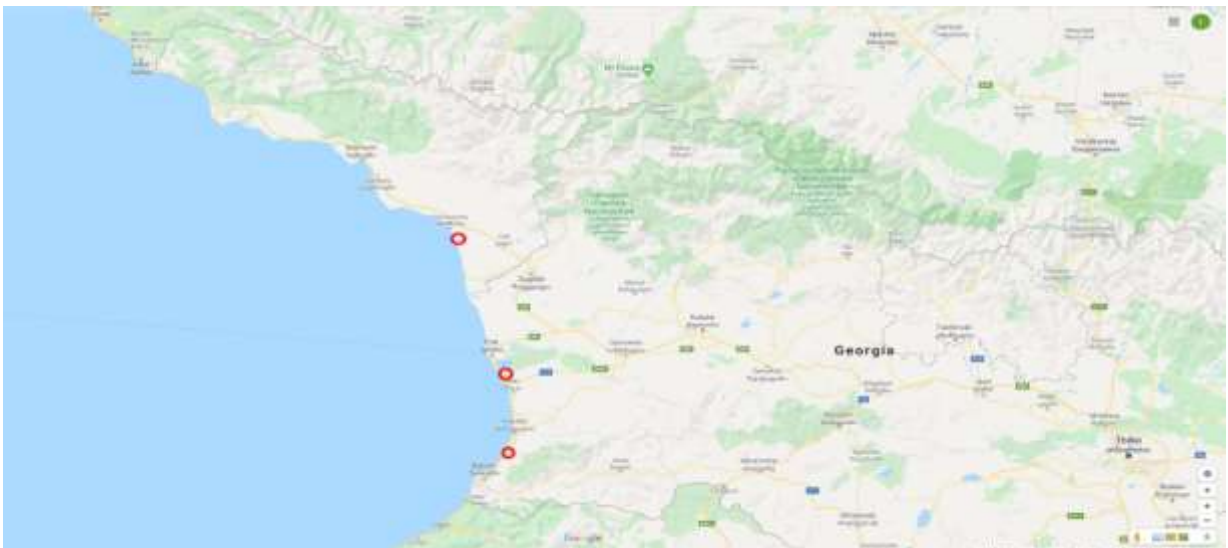
### *გამოქვეყნებული მასალები*

დისერტაციის მასალების მიხედვით გამოქვეყნებულია 3 ნაშრომი, აწსუ–ს საინჟინრო–ტექნიკური ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს მიერ რეკომენდირებულ გამოცემებში, მათ შორის ორი ნაშრომი გამოქვეყნდა რეცენზირებად ინგლისურენოვან ჟურნალში.

### *სამუშაოს სტრუქტურა და მოცულობა*

დისერტაცია შესრულებულია ქართულ ენაზე შედგება ოთხი თავისაგან და შეიცავს კომპიუტერზე ნაბეჭდ A4 ფორმატის 143 გვერდს, 53 ნახაზს, 20 ცხრილს, და გამოყენებული ლიტერატურის 128 დასახელებას.

*ნაშრომის პირველ თავში* მოცემულია საზღვაო პორტების ჩამოყალიბების ისტორია დანიშნულება და კლასიფიკაცია. ჩატარებული კვლევითი ანალიზის შედეგად პირობითად შერჩეული გვაქვს საქართველოს შავიზღვისპირეთში სამი მცირე პორტის განლაგების გეოგრაფიული მდებარეობა (ნახ 1).



ნახ.1. სამი მცირე პორტის განლაგების გეოგრაფიული მდებარეობა

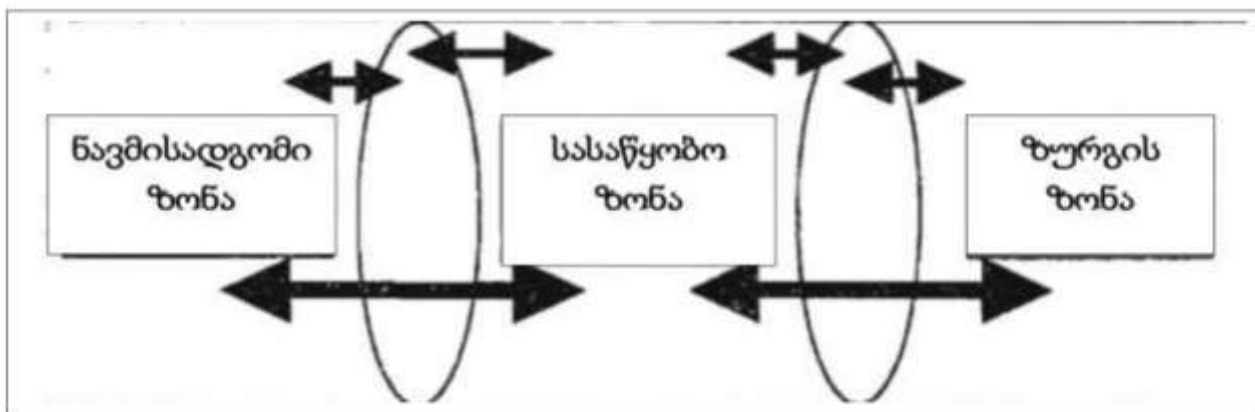
**Fig.1. The alleged locations of the small ports on the Black Sea coast**



წინასწარი გათვლებით შერჩეულია მდინარე ჩაქვისწყალის ზღვასთან შეერთების მიმდებარე ტერიტორია, დაბა გრიგოლეთის მიმდებარე ტერიტორია და ქალაქ ოჩამჩირის მიმდებარე ტერიტორია. მცირე პორტების ქსელის შექმნის იდეა მჭიდრო კავშირშია რეგიონში არსებული სოციალურ-ეკონომიკური და ეკოლოგიური პრობლემების მოგვარებასთან, კონფლიქტურ ზონებთან მშვიდობიანი ურთიერთობების განმტკიცებასთან და ურთიერთნდობის ამაღლებასთან.

საზღვაო პორტი არის რთული სატრანსპორტო კომპლექსი, რომელსაც უნდა გააჩნდეს მრავალფეროვანი ფუნქციონალური შესაძლებლობები.

ნახ.2-ზე წარმოდგენილია საპორტო ტერმინალის სატრანსპორტო-ტექნოლოგიური სქემა



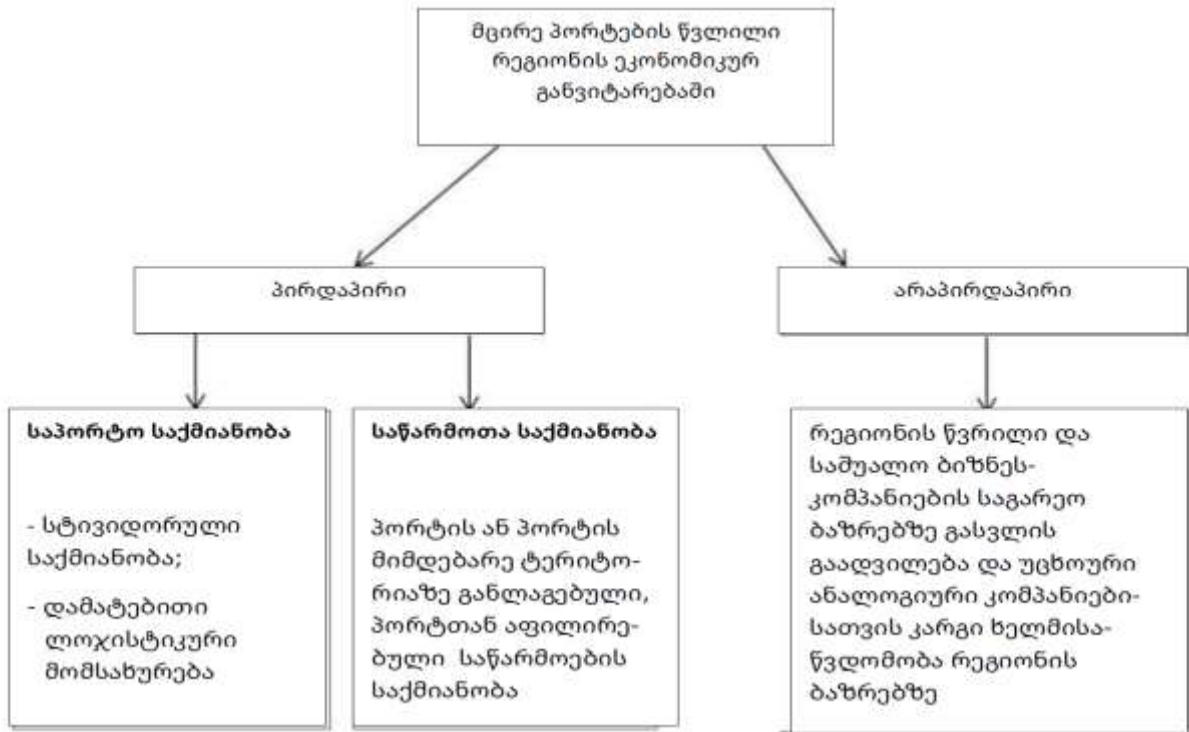
ნახ.2 საპორტო ტერმინალის სატრანსპორტო-ტექნოლოგიური სქემა

**Fig. 2. The transport-technological scheme of the port terminal**

როგორც ნახაზიდან ჩანს პორტის ეფექტურობის განმსაზღვრელ მთავარ ელემენტებს ნავმისადგომი და სასაწყობო ზონები წარმოადგენენ. პორტების ძირითადი ფუნქციები დატვირთვა-განტვირთვის და სატრანსპორტო-გამანაწილებელი სამუშაოების შესრულებაა.

საზღვაო პორტების შექმნის ისტორიული ფაქტორები, მათი ინფრასტრუქტურული აღჭურვის და რეგიონის ეკონომიკურ განვითარებაზე ზემოქმედების საკითხები განხილულია ლ. ტელიერის, მ.კუზნეცოვის, ს.ფერარის, მ. სტიპფორდის და სხვების ნაშრომებში. რეგიონის ეკონომიკის და პორტების განვითარებას შორის არსებობს პირდაპირი ურთიერთდამოკიდებულება და ის ქალაქები და დაბები სადაც არსებობს პორტი, ფლობენ კონკურენტულ უპირატესობებს.

ნახაზზე 3 მოცემულია მცირე პორტების წვლილი რეგიონის ეკონომიკის განვითარებაში



ნახ.3. მცირე პორტების წვლილი რეგიონის ეკონომიკის განვითარებაში

**Fig.3. The contribution of the small ports to the development of the region's economy**

ბალტიის ქვეყნების გამოცდილების ანალიზმა აჩვენა, რომ მცირე პორტების ძირითადი წვლილი მიმდებარე ზღვისპირა რეგიონების ეკონომიკის აღმავლობაში ამ ტერიტორიებზე მცირე და საშუალო ბიზნეს-საწარმოების ჩამოყალიბების და განვითარებისათვის ხელსაყრელი პირობების შექმნა წარმოადგენს.

პორტები, როგორც გადატვირთვის პუნქტები, ეკონომიურად და ორგანიზაციულად მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ არა მარტო ტვირთების სრულყოფილი ლოგისტიკური გადამუშავების მიზნით, აგრეთვე როგორც მნიშვნელოვანი ხელშემწყობი ფაქტორი მიმდებარე ტერიტორიებზე სამრეწველო და აგროლოჯისტიკური პოტენციალის განვითარებისათვის.

*ნაშრომის მეორე თავი* ეძღვნება საპორტო ინფრასტრუქტურის პარამეტრების გათვლის ანალიტიკური მეთოდებს. ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე აღნიშნულ საკითხებზე გამოქვეყნებული პუბლიკაციები შეიძლება პირობითად დავყოთ რამდენიმე კატეგორიად, კერძოდ: ინფორმაცია საზღვაო სივრცეში სატვირთო გემების შესახებ; საპორტო ტერმინალზე დატვირთვა-განტვირთვის სამუშაოების შესრულება; ტვირთების ტრანსპორტირება ტერმინალის ტექნოლოგიურ ზონებს შორის; ტერმინალის ფუნქციონირების ოპერაციული ასპექტები. პროექტირების მეთოდებზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ახალი ტიპის მოწყობილობების სწრაფი ზრდა.

მაგალითად ტვირთების დამუშავებისათვის საჭირო მოწყობილობების შედგენილობის ნაირსახეობების ცვლილება იწვევს თვითონ ტერმინალების ნაირსახეობების ზრდას.

საზღვაო პორტების და ტერმინალების პროექტირების საფუძვლები მოცემულია მრავალი მეცნიერების შრომებში, როგორცაა: ა. ფროლოვი, პ. კუზმინი, ვ. სტრახოვი, ვ. იაცენკო, ტ. ბუჟენოვი, ბ. უსანოვი, ა.სტეპანოვი, ფ. კაცმანი და სხვა.

გაანგარიშების საწყის ეტაპზე განიხილება დატვირთვა-განტვირთვის სამუშაოების ინტენსივობა, რომელიც განისაზღვრება დატვირთვის სამუშაოების ხანგრძლივობით, საწარმოო მოცდენის დროით და იანგარიშება ფორმულით

$$P_{\text{დელამური}} = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{A_j(t_{\text{ტვი}} + t_{\text{დვი}})}{24D_j}} \frac{\tau}{\text{დელამე}}$$

სადაც  $n$  - საანგარიშო ტიპის გემების რაოდენობა;

$D_j$  -  $j$  ტიპის გემის საანგარიშო დატვირთვა, ტ;

$A_j$  - საანგარიშო ტვირთბრუნვის მოცულობაში  $j$  ტიპის გემის საანგარიშო წილი;

$t_{\text{ტვი}}$  - გემის დატვირთვის სამუშაოზე დახარჯული დრო, სთ;

$t_{\text{დვი}}$  - გემის საწარმოო დგომის დრო სანაპიროზე, სთ.

წლიური სანავიგაციო გამტარუნარიანობა ტონებში იანგარიშდება მოცემული ფორმულით

$$P_{\text{წლ}} = \frac{30P_{\text{დლ.ლ}} \cdot K_{\text{მეტ}} \cdot K_{\text{დაკ}} \cdot N_{\text{თ}}}{K_{\text{თვ}}}$$

სადაც  $N_{\text{თ}}$  - ნავიგაციის თვეების რიცხვია;

$K_{\text{თვ}}$  - უთანაბრობის თვიური კოეფიციენტი;

$K_{\text{მეტ}}$  - მეტეოროლოგიური პირობების გამათვალისწინებელი კოეფიციენტი;

$K_{\text{დაკ}}$  - გემის დაკავების მიღებული კოეფიციენტი და ითვალისწინებს მოცდენის დროს.

ე.ი. ნავსადგურის წლიური გამტარებლობა არის ტვირთბრუნვის ის მოცულობა, რომელიც მას შეუძლია უზრუნველყოს გამოყენების მოცემული კოეფიციენტისათვის. ეს მოცულობა კი ნაკლებია ნავსადგურის სიმძლავრეზე.

ტექნოლოგიური დაპროექტებისას მნიშვნელოვანია ნავმისადგომის დატვირთვის კოეფიციენტის განსაზღვრა. რეკომენდირებულია ნავმისადგომის რიცხვი განისაზღვროს ქვეთო მოცემული ფორმულით:

$$N_{\text{ნავ}} = \frac{Q_{\text{თვ}}}{30P_{\text{დლ.ლ}} \cdot K_{\text{მეტ}} \cdot K_{\text{თვ}}}$$

სადაც,  $Q_{\text{თვ}}$  - ნავმისადგომის საანგარიშო ტვირთბრუნვაა თვეში ტ/თვ;

$P_{\text{დღ.ღ}}$  - დატვირთვა-განტვირთვის სამუშაოების ინტენსივობაა, ტ/დღ.ღ;

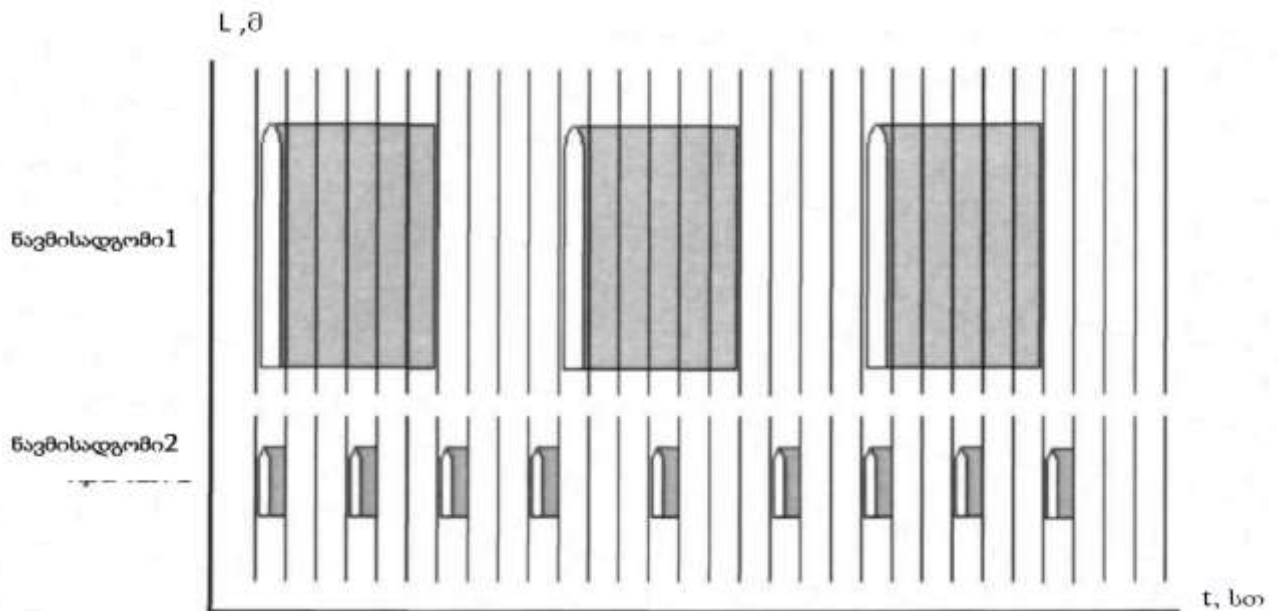
$K_{\text{მეტ}}$  - ნავმისადგომის სამუშაო დროს გამოყენების კოეფიციენტი მეტეოროლოგიური მიზეზით მოცდენის გათვალისწინებით.

მარტივი გარდაქმნების შედეგად მივიღებთ

$$N = \frac{Q_{\text{თვ}}}{30P_{\text{დღ.ღ}} \cdot K_{\text{თვ}} \cdot K_{\text{წლ}}} = \frac{Q_{\text{თვ}} \cdot N_{\text{სან}}}{P_{\text{წლ}}} = \frac{Q_{\text{წლ}}}{P_{\text{წლ}}}$$

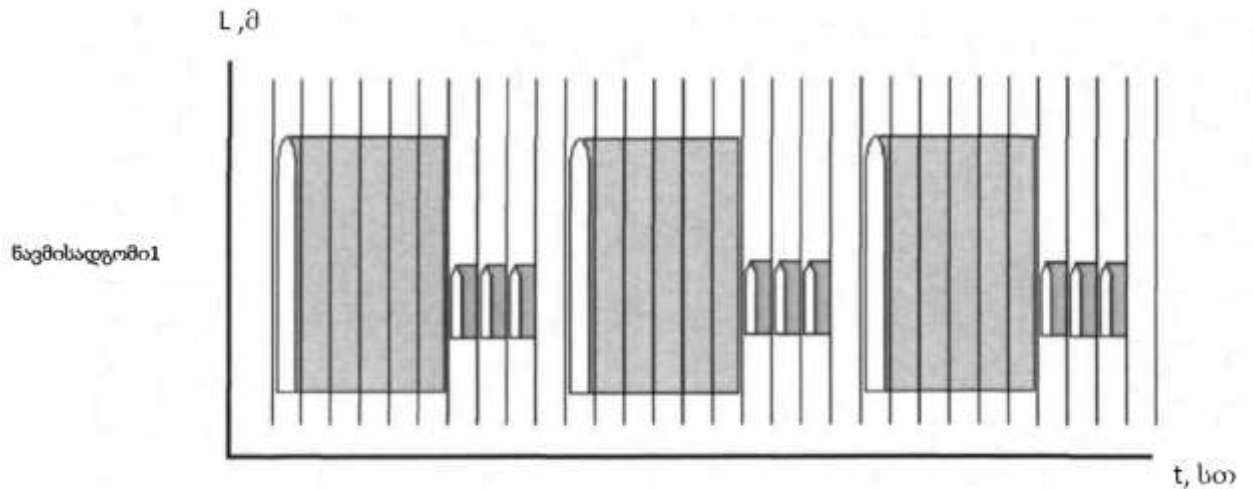
მიღებული ფორმულის აზრი იმაში მდგომარეობს, რომ მთელი პორტის ან ტერმინალის წლიური მოთხოვნილი ტვირთბრუნვა უნდა გავყოთ ერთი ნავმისადგომის საანგარიშო თეორიულ ტვირთბრუნვაზე რაც მოგვცემს ნავმისადგომის საჭირო რაოდენობას. ამასთან მიღებული სიდიდე უნდა დავამრგვალოთ მეტ მნიშვნელობამდე ანუ უახლოეს მთელ რიცხვამდე.

ნახაზზე 4. მოცემულია გემების ნაკადის მომსახურება ორი ნავმისადგომით, ხოლო ნახაზზე 5. გემების ნაკადის მომსახურება ერთი ნავმისადგომით.



ნახ.4. გემების ნაკადის მომსახურება ორი ნავმისადგომით

**Fig.4. Ship flow service with two berths**



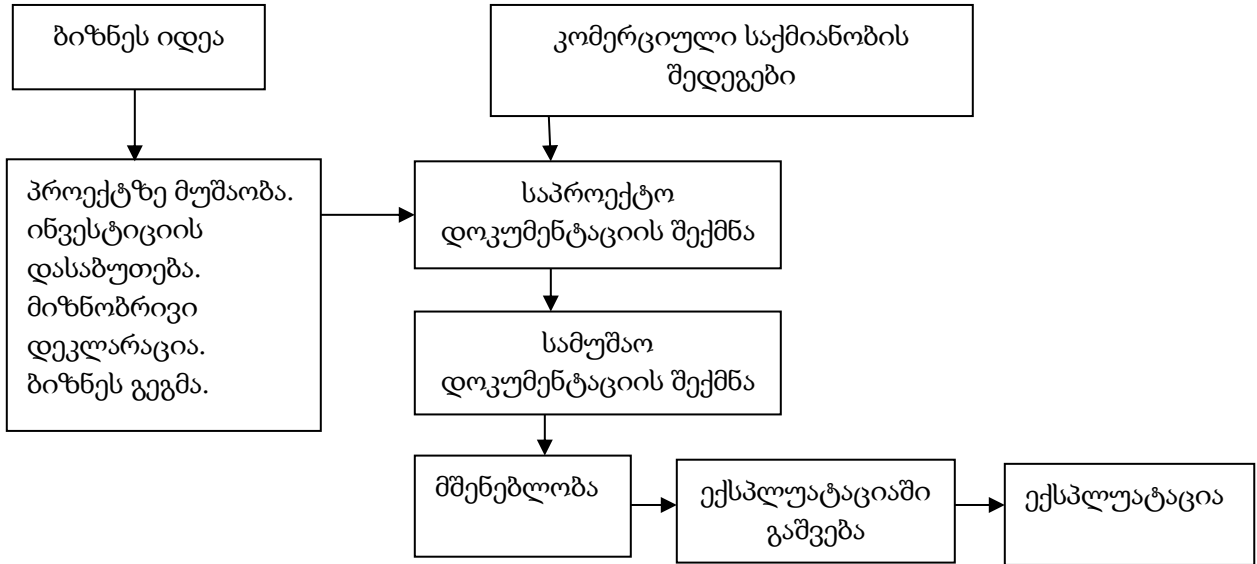
ნახ.5. გემების ნაკადის მომსახურება ერთი ნავმისადგომით

**Fig.5. Ship flow service with one berth**

მოყვანილი სქემების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ორი სრულფასოვანი ნავმისადგომის აგება, რომელიც შესაძლებლობას მოგვცემს მოვემსახუროთ შედარებით დიდ გემებს არ არის მიზანშეწონილი. ამ გემების მისაღებად მიზანშეწონილია ავაგოთ ერთი ნავმისადგომი, რაც უზრუნველყოფს მის დატვირთვას კოეფიციენტით  $K = 180/300 = 0,6$ . თუ მეორე ნავმისადგომიც იქნება გამოყენებული იმავდროულად მცირე გემებისათვის, მაშინ, დატვირთვის კოეფიციენტი იქნება  $K = 100/330 = 0,33$ ., რაც საბოლოო ჯამში მოგვცემს ორივე ნავმისადგომის ტრაქტიკულად სრულ დატვირთვას.

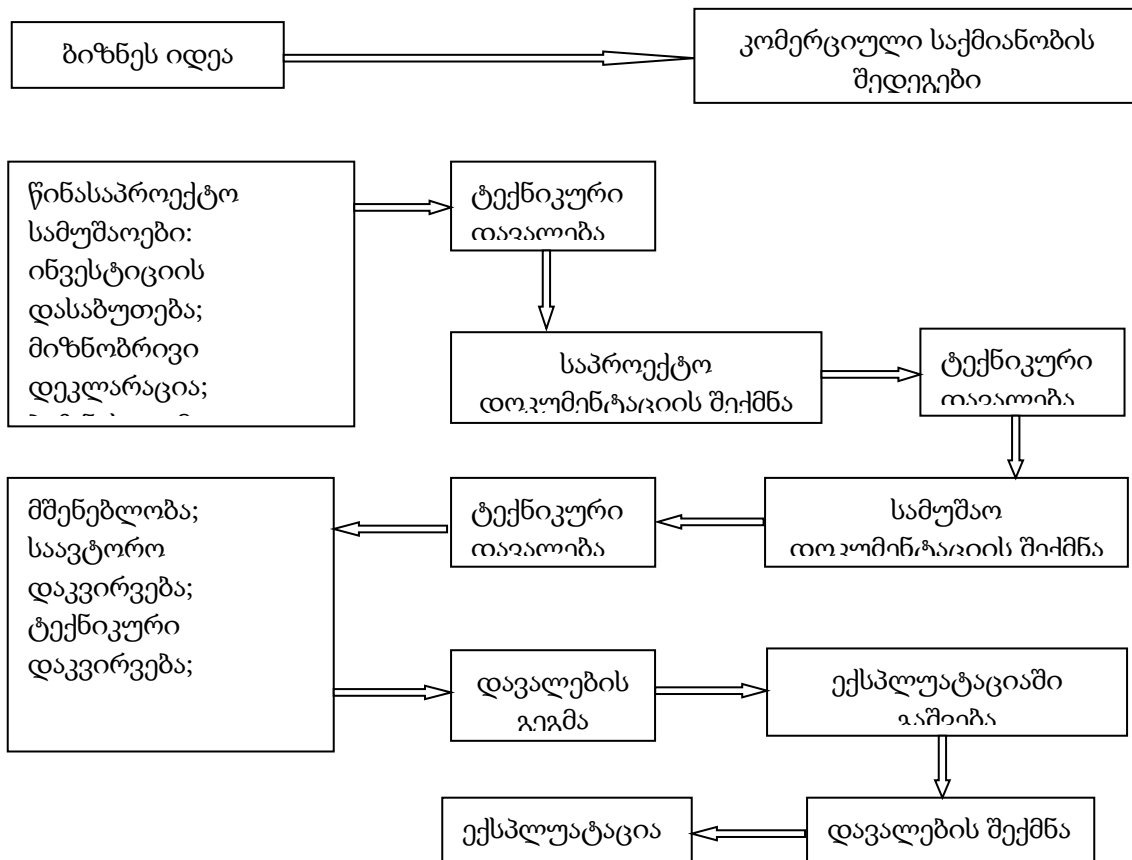
ტექნოლოგიური დაპროექტების განხილვისას მნიშვნელოვანია ნავმისადგომის სამუშაო დროის გამოყენების კოეფიციენტის განსაზღვრა მეტეოროლოგიური პირობების გათვალისწინებით. ამ კოეფიციენტის რიცხვითი სიდიდე მნიშვნელოვანია ისეთი აუცილებელი სიდიდის განსაზღვრისათვის, როგორცაა პორტის წლიური გამტარიანობა და ნავმისადგომების რიცხვი. კოეფიციენტი შინაარსობრივად ითვალისწინებს ნალექების, ქარის და გარემოს ტემპერატურის ზემოქმედებას სამუშაო პირობებზე.

ამა თუ იმ ტიპის პორტის ან ტერმინალის შექმნის პროცესი, როგორც ნებისმიერი სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის ობიექტი, გადის რამდენიმე საფეხურს დაწყებული ბიზნეს იდეიდან დამთავრებული ექსპლუატაციის კომერციული შედეგების ანალიზით. აღნიშნული პროცესი ითვალისწინებს – საპროექტო და სამუშაო დოკუმენტაციის შექმნას, მშენებლობას, ექსპლუატაციაში გაშვებას და ობიექტის ექსპლუატაციას. საპორტო ტერმინალის შექმნის სტადიები მოცემულია მე-6 ნახაზზე.



ნახ.6. საპორტო ტერმინალის შექმნის სტადიები  
**Fig. 6. The phases of creating the port terminal**

ხოლო ნახაზზე 7. მოცემულია საპორტო ტერმინალის შექმნის პრაქტიკული სქემა



ნახ.7. საპორტო ტერმინალის შექმნის პრაქტიკული სქემა

**Fig. 7. The practical scheme for creating the port terminal**

პრაქტიკაში არსებული საპორტო ტერმინალის შექმნის ერთიანი პროცედურა სრულდება როგორც თანმიმდევრული ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი ეტაპები, რომლებიც დაკავშირებულია დასაბუთებული ტექნიკური დავალებებით და ეყრდნობა პროექტირების ნორმების მეთოდურ რეკომენდაციებს (ნახ.5). მთელ რიგ შემთხვევებში დაპროექტების პროცედურა სრულდება სხვადასხვა ორგანიზაციების და სპეციალისტების მიერ. დაპროექტების გვიანდელ სტადიაზე ახალი გარემოებების გამოკვლევა ძალზე ხშირად მოითხოვს მიმდინარე პროექტში ცვლილებების შეტანას.

**ნაშრომის მესამე თავში** ჩატარებულია მცირე პორტების ნავმისადგომების საექსპლუატაციო-ტექნიკური მდგომარეობის კვლევა.

ექსპლუატაციის დროს საპორტო ჰიდროტექნიკური ნაგებობები განიცდის მნიშვნელოვან გარემო და საექსპლუატაციო ზემოქმედებას.

ნავმისადგომების ნაგებობებზე ძირითად ბუნებრივ-აგრესიულ ზემოქმედებას მიეკუთვნება: გემების და ტალღების დაჯახება, დინება, მასალების რღვევა გარემოს ტემპერატურის მყისიერი ცვლილებისას, წყლის დონის ცვალებადობა, ზღვის მლაშე წყლისგან გამოწვეული კოროზია და სხვა.

საექსპლუატაციო ზემოქმედებას მიეკუთვნება: ნავმისადგომის გადატვირთვა; გემების მექანიკური მოქმედება, კერძოდ დარტყმები პორტში შემოსვლისას; ქიმიური მოქმედება, რომელიც ხდება ნავსადგურში ტვირთების განთავსებისას და გადამუშავებისას.

გარემოს ზემოქმედების გავლენის მიხედვით საპორტო ჰიდროტექნიკური ნაგებობები შეიძლება დავყოთ შემდეგ ზონებად: წყალქვეშა - მიწისქვეშა ზონა; ცვალებადი დონის ზონა; წყლისზედა ზონა; შიგა შევსების ზონა.

წყალქვეშა - მიწისქვეშა ზონაში ნაგებობების ნაწილი მუდმივად იმყოფება წყლის ქვეშ და გრუნტში. ზონის ზედა საზღვარს წარმოადგენს ცვალებადი დონის ქვედა ზღვარი.

ცვალებადი დონის ზონაში ნაგებობის კონსტრუქცია და ცალკეული ელემენტები განიცდიან მონაცვლეობითი სახის გამოშრობასა და დატენიანების ზემოქმედებას, ხოლო უარყოფითი ტემპერატურის პერიოდში გაყინვისა და გალღობის მოქმედებას.

წყალზედა ზონა განთავსებულია ცვალებადი დონის ზონის ზევით. ამ ზონაში ნაგებობების ნაწილი განიცდის ატმოსფერული ნალექების, ჰაერის ტემპერატურის ცვალებადობის და მზის რადიაციის ზემოქმედებას.

შიგა შევსების ზონაში ნაგებობების ნაწილი არ იმყოფება გარემოსთან უშუალო კონტაქტში. მათ მიეკუთვნება ნაგებობის თხელკედლიანი კონსტრუქციები, რკინა-

ბეტონის ნაკეთობები და სხვა. ნაგებობის მდგრადობასა და გამძლეობაზე მოქმედი ფაქტორებიდან ერთ-ერთი ძირითადია გრუნტი, რომლის მახასიათებლების ცოდნა მნიშვნელოვანია საძირკვლის გრუნტის მდგრადობის შეფასებისას.

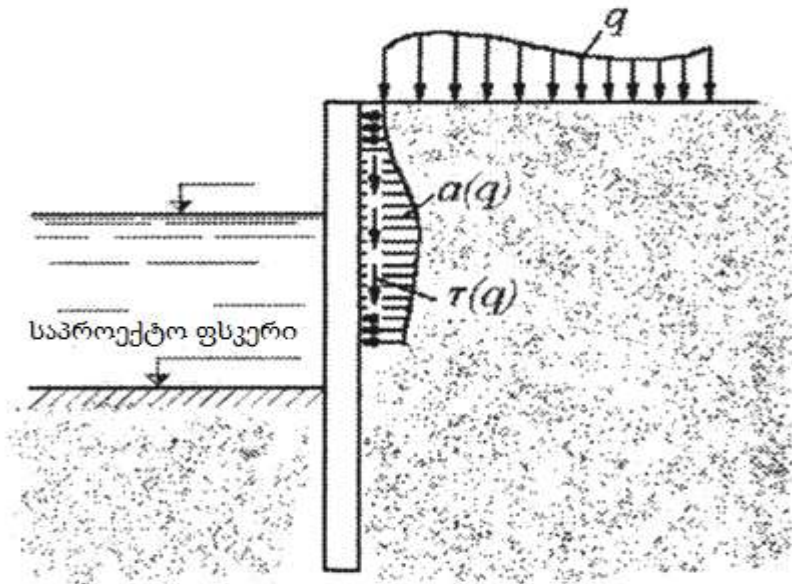
ნავმისადგომის ნაგებობების დაპროექტებასა და ექსპლუატაციის დროს აუცილებელია ორი ასპექტის განხილვა: 1) ნაგებობებზე გარეგანი ზემოქმედების შესწავლა და 2) ნაგებობის რეაქციის შესწავლა ამ ზემოქმედებაზე, როგორც დროის მოკლევადიან, ასევე გრძელვადიან პერიოდში. აღსანიშნავია, რომ ნაგებობის საკონსტრუქციო მასალების სიმტკიცეზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს წყლისა და გრუნტის გარემოს ისეთი მახასიათებლები, როგორცაა: მჟავური აგრესიულობა; გოგირდმჟავას და სხვა მარილების შემცველობა, ზღვის წყალში გახსნილი დოგირდწყალბადი, რომელსაც უხვად შეიცავს შავი ზღვის წყალი, მოხეტიალე დენების არსებობა და სხვა. საპორტო ნაგებობებზე დინამიკური და ვიბრაციული დატვირთვის ძირითად მახასიათებლებს წარმოადგენს სატრანსპორტო საშუალებებისა და მექანიზმების მუშაობის შედეგად კონსტრუქციის ელემენტების და საძირკვლის გრუნტის რხევის სიხშირე, ამპლიტუდა და აჩქარება.

სტატიკური დატვირთვის გავლენის ხასიათის მიხედვით ნავმისადგომის ჰიდროტექნიკური ნაგებობები იყოფა ორ ჯგუფად, ესენია: განმბრჯენი და არაგანმბრჯენი.

განმბრჯენი ტიპის ნაგებობებში (ნახ. 8) სასარგებლო სტატიკური დატვირთვა გადაეცემა გრუნტის გარემოდან და ნაგებობაზე წარმოქმნის ჰორიზონტალურ ე.წ. „გამბრჯენ“ დაწნევას, რომელიც იკრიბება ნაგებობის ქვედა ნაწილის შემავსებელი გრუნტის გამბრჯენ დაწნევასთან. გარდა ჰორიზონტალური მდგენელისა გამბრჯენი დაწნევა ხასიათდება ვერტიკალური მდგენელით, რომელიც დამოკიდებულია გრუტსა და კედელს შორის არსებული ხახუნის სიდიდეზე.

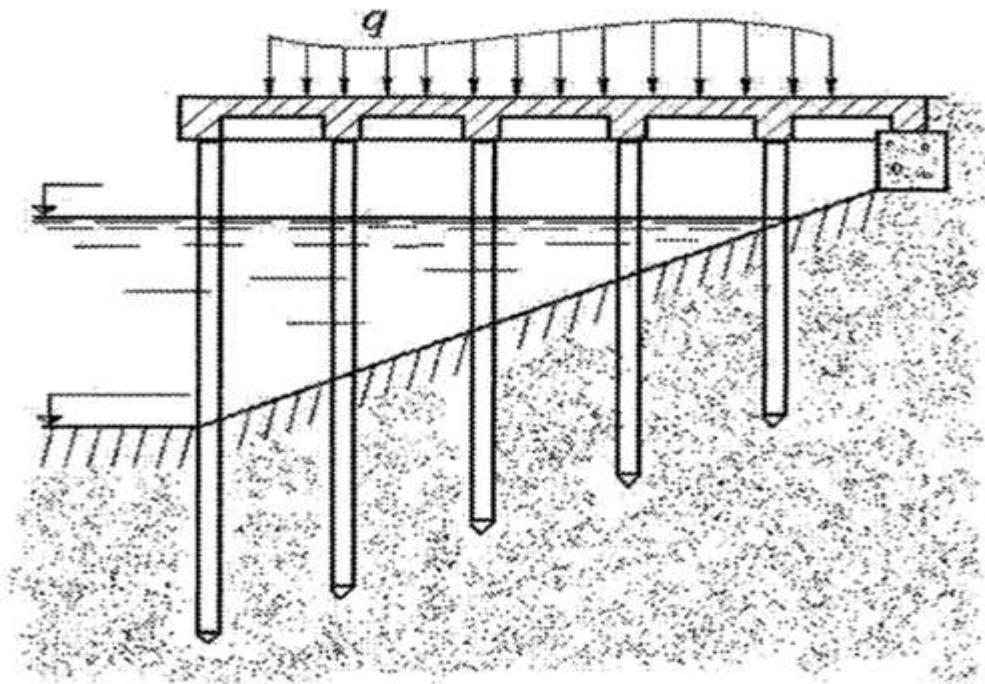
არაგანმბრჯენ ნაგებობებში (ნახ. 9) სასარგებლო სტატიკურ დატვირთვას წარმოადგენს ძალა რომელიც მოქმედებს უშუალოდ კონსტრუქციის ელემენტებზე.





ნახ. 8. ნავმისადგომის გამბრჯენ კონსტრუქციებში სტატიკური დატვირთვის მოქმედების სქემა

**Fig. 8. Static load action in arched structures of the berth**



ნახ. 9. ნავმისადგომის არაგამბრჯენ კონსტრუქციებში სტატიკური დატვირთვის განაწილების სქემა.

**Fig. 9. Static load distribution diagram in non-arched structures of the berth**

სისტემაზე „კედელი-ნაყარი გრუნტი“ დატვირთვის მოქმედებამდე კედელზე მოქმედებდა მხოლოდ გრუნტის გამბრჯენი დაწნევა  $\alpha$ , ხოლო  $q(x_1x_2)$  დატვირთვის მოქმედებამ გამოიწვია გამბრჯენი დაწნევის გაზრდა  $\alpha(q)$  სიდიდით (ნახაზზე შეესაბამება ეპიურის დაშტრიხული ნაწილი). ამასთან, დრეკადი ძალის განტოლების კანონის შესაბამისად, იზრდება კედლის ჩაღუნვის სიდიდე, კერძოდ მისი გადაადგილება ზედა საყრდენიდან იზრდება  $\Delta$  სიდიდით და დრეკადი ძალის განტოლებას აქვს სახე.

$$EJ \cdot \frac{d^2x}{dy^2} = M(y) \quad (3.1)$$

სადაც  $M(y)$  - კედელზე  $\alpha(q)$  დატვირთვით გამოწვეული მღუნავი მომენტის მდგენელია;  $EJ$  - კედლის სიხისტეა.

$\alpha(q)$  -  $q(x_1x_2)$  დატვირთვით გამოწვეული გამბრჯენი წნევის ნაზრდია;

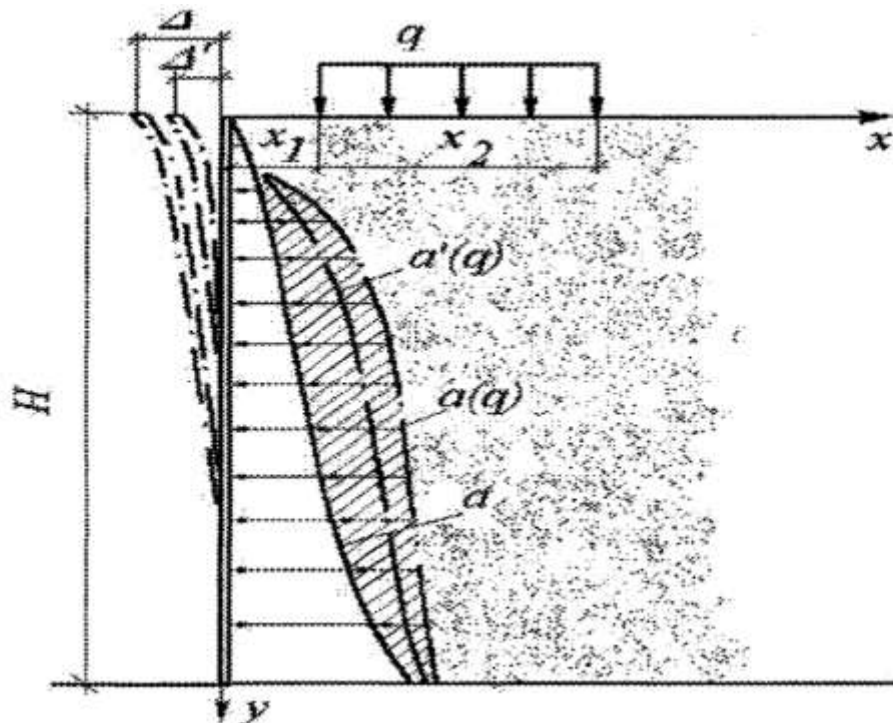
$\alpha'(q)$  -  $q(x_1x_2)$  დატვირთვისაგან წარმოქმნილი ნარჩენი გამბრჯენი წნევაა;

$\Delta$  - კედლის ზედა ნაწილის გადაადგილებაა  $q(x_1x_2)$  დატვირთვის მოქმედების შედეგად;

$\tau(q)$  - გამბრჯენი წნევის ვერტიკალური მდგენელია;  $\Delta'$  - კედლის ზედა ნაწილის ნარჩენი გადაადგილებაა დატვირთვის მოხსნის შემდეგ;

$H$  - კედლის სიმაღლეა;

$x_1$  და  $x_2$  დატვირთვის ზოლის კოორდინატებია.



ნახ. 10. ნაყარი გრუნტის ზედაპირზე დატვირთვის მოხსნის შემდეგ გამბრჯენი კედლის წერტილებში ნარჩენი ძაბვების აღძვრის სქემა.

**Fig. 10. The exciting circuit of residual stresses at the points of the arched wall after removal of the load on the loose ground surface**

ნაშრომში დამუშავებული გათვლის მეთოდის მიხედვით შეიძლება შეირჩეს მცირე საპორტო ნაგებობის ტიპი და გაივალოს გარე შემაშფოთებელი ძალური ფაქტორების ზემოქმედებით გამოწვეული ძირითადი სადატვირთვო მახასიათებლები. **სამუშაოს მეოთხე თავი** ეძღვნება მცირე საზღვაო პორტების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი სტრუქტურული ერთეულის სასაწყობო სისტემის ტექნიკურ-ეკონომიკური პარამეტრების გამოკვლევას. ტვირთბრუნვის პროცესების მაღალ დონეზე ფუნქციონირება დაკავშირებულია არა მარტო სხვადასხვა სახის ტრანსპორტის შეთანწყობილ მუშაობასთან, არამედ ტვირთების დასაწყობების პროცესების ეფექტურ მართვასთან დროში. უპირველეს ყოვლისა აუცილებელია საპორტო საწყობის ძირითადი საშემსრულებლო ფუნქციის იდენტიფიცირება.

თანამედროვე საზღვაო პორტები თავისი გარეგნული ფორმის მიხედვით შესაძლებელია მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდნენ ერთმანეთისაგან, მაგრამ მიუხედავად ამ განსხვავებისა მათი როლი მომარაგების ლოგისტიკურ ჯაჭვში, ტრანსპორტირებასა და დამუშავების პროცესის განხორციელების ოპერაციების ჩატარებისას ტვირთის სახეობის იდენტურია. ყველა საზღვაო პორტი თუ ტერმინალი რომელთა სპეციალიზაციის პროფილი განსაზღვრულია ტვირთის სახეობის მიხედვით, ასრულებს იდენტურ ფუნქციას და ამ ფუნქციის ეფექტური შესრულებისათვის გათვალისწინებულია მათი სხვადასხვა ფუნქციონალური ელემენტებით აღჭურვა. ყველა ეს ელემენტი დაკავშირებულია ერთმანეთთან და ქმნიან ობიექტის ინფრასტრუქტურის შესაბამის სატრანსპორტო-ტექნოლოგიურ სისტემას.

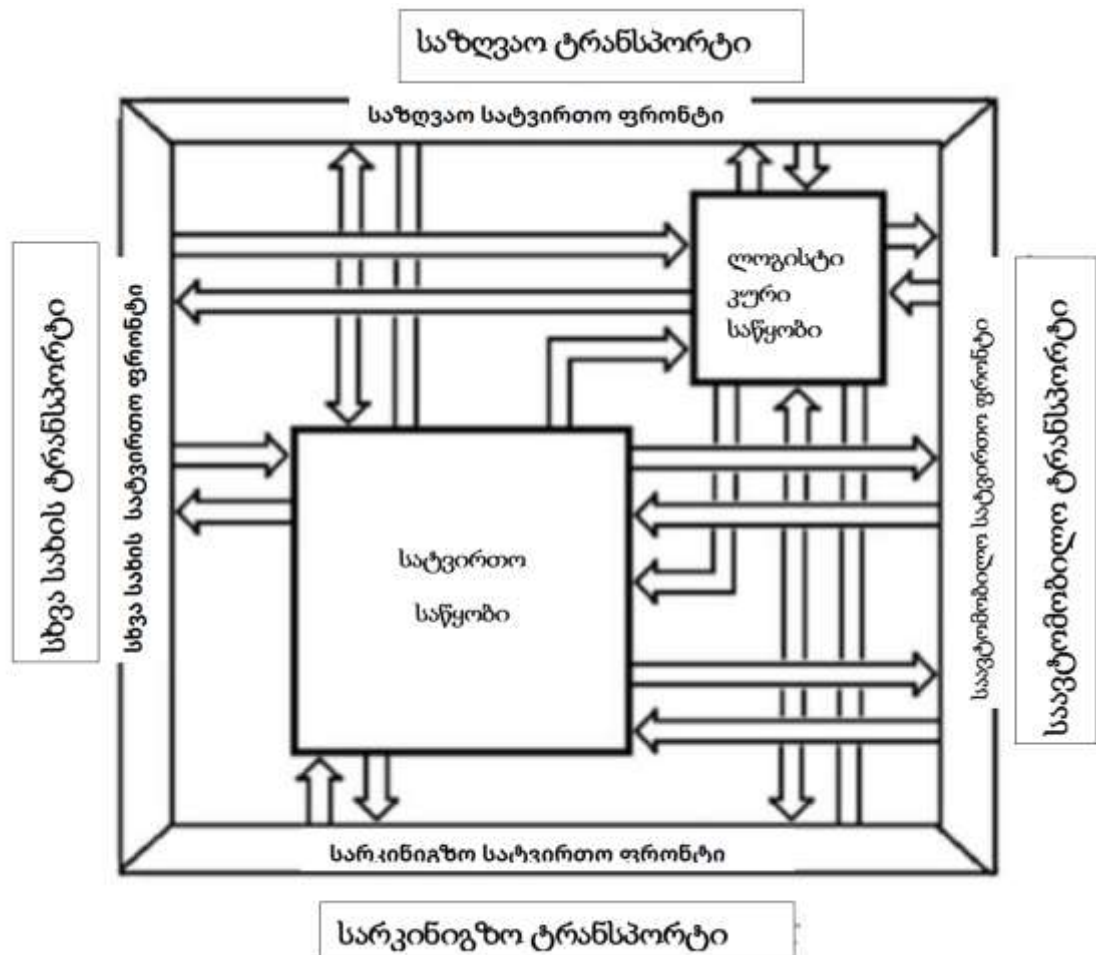
პორტში შემოსული ტვირთი შემდგომი მიწოდების წინ დროებით თავსდება სატვირთო საწყობში, რომელიც ახორციელებს დაგროვების ფუნქციას და ტვირთების პიკური მიღების ან გაცემის თანაბრობას სხვადასხვა სახის სატრანსპორტო საშუალებებს შორის. თუ გემი პორტში ტვირთის მისაღებად შემოდის დროზე ადრე, მაშინ დატვირთვის სამუშაოების განსახორციელებლად აუცილებელია საწყობში ე.წ. სარეზერვო ტვირთის არსებობა. თუ გემი ტვირთით ნავსადგურში შემოდის დაგვიანებით, მაშინ საწყობებში უნდა იყოს ტვირთის ის მარაგი, რომელიც უზრუნველყოფს ტრანსპორტის უწყვეტ მუშაობას. თუ გემი იგვიანებს ტვირთის მისაღებად, მაშინ საწყობს უნდა შეეძლოს იმ ზედმეტი ტვირთის განთავსება, რომელიც შემოვა სახმელეთო ტრანსპორტით.

საპორტო საწყობში ტვირთის გადამუშავება პირველ რიგში უკავშირდება ტრანსპორტირებისა და შენახვის დროს მისი ფორმის ცვლილებას, რომელიც განისაზღვრება ტექნოლოგიური მოწყობილობების სპეციალიზაციით. აღნიშნულის გამო ამ ფუნქციების შესრულების მიზნით ცალკეული პორტები და ტერმინალები აღჭურვილია განსხვავებული ფუნქციონალური ელემენტებით. ტვირთების ფორმის

ცვლილების ფუნქცია ემსახურება მათ ლოგისტიკურ გადამუშავებას. ტერმინალის სატრანსპორტო ლოგისტიკური სისტემის საერთო სქემა მოცემულია ნახაზზე 9.

სატრანსპორტო - ლოგისტიკური სისტემის ფორმირების მთავარი შემადგენელი ნაწილია შიგა საპორტო ტრანსპორტირების სისტემა რომელიც სქემაზე წარმოდგენილია მიმმართველი ისრების საშუალებით. თითოეული ეს კავშირი წარმოადგენს კერძო სატვირთო მიკრო ნაკადს და ქმნის მიკრო სატვირთო ფრონტს, რომელიც წარმოადგენს საერთო სატვირთო ფრონტის ნაწილს.

ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა იმის შესახებ, რომ საზღვაო პორტის და ტერმინალის ფუნქციონალური საქმიანობის შესრულებაში (რაც გამოიხატება მომსახურების ხარისხსა და ეფექტურობაში) ერთ-ერთი საკვანძო რგოლია **სატვირთო სასაწყობო სისტემა**, რომელიც განსაზღვრავს პორტის პოტენციალურ შესაძლებლობებს და აყალიბებს ეკონომიკური განვითარების პრინციპებს.



ნახ.11. საპორტო ტერმინალის სატრანსპორტო - ლოგისტიკური სისტემის საერთო სქემა

**Fig. 11. General scheme of the transport-logistics system of the port terminal**

განვიხილოთ თუ როგორ შეიძლება მოხდეს პორტის სასაწყობე სივრცეში ტვირთების ერთობლივი შენახვის საშუალო და მაქსიმალური მოცულობის შეფასება.

ტვირთი, რომელიც შედგება  $n$  სხვადასხვა სახის დამოუკიდებელი პარტიებისაგან და რომელთა მოცულობაა თითოეულის  $V_n$ , ინახება საწყობში არათანაბრად, რაც იმას ნიშნავს რომ პარტიის  $\alpha_1$  ნაწილის შენახვის ვადაა დროის  $T_1$  მონაკვეთი,  $\alpha_2$  ნაწილის შენახვის დროის მონაკვეთია  $T_2$  და ა.შ.  $V_n$  მოცულობის ტვირთის პარტიის საწყობში შენახვა მოითხოვს ე.წ. ადგილი-დრო რიცხვის განსაზღვრას, რომელსაც ეწოდება პარტიის შენახვაზე საწყობის მუშაობა და განისაზღვრება დამოკიდებულებით

$$\alpha_n = \sum_{i=1}^n V_n \cdot \alpha_i \cdot T_i = V_n \sum_{i=1}^n \alpha_i T_i$$

სადაც  $V_n$  - ტვირთის  $n$ -ური პარტიის მოცულობაა;

$\alpha_1; \alpha_2 \dots \alpha_i$  - ტვირთში  $V_n$  მოცულობის პარტიების წილია;

$T_1; T_2 \dots T_i$  - ტვირთის ცალკეული პარტიების შენახვის დროა;

$\alpha_n$  - ტვირთის შენახვაზე საწყობის მუშაობაა.

სიდიდე  $\sum_{i=1}^n \alpha_i T_i$  წარმოადგენს ტვირთის საწყობში შენახვის საშუალო დროს

$$T_n = \sum_{i=1}^n \alpha_i T_i$$

საწყობის საერთო მუშაობა ყველა პარტიის  $V_n$  მოცულობის ტვირთის შენახვისას ( $n=1 \dots, M$ ) დროის  $T$  ინტერვალში განისაზღვრება

$$A = \sum_{n=1}^N \alpha_n \sum_{n=1}^N V_n \cdot T_n$$

სადაც  $A$  - საწყობის მუშაობაა ტვირთის ყველა პარტიის შენახვაზე;

$N$  - საწყობში შენახული ტვირთის საერთო რაოდენობაა.

შენახული ტვირთის საშუალო მოცულობა  $E$  არის სიდიდე რომელსაც  $T$  დროისათვის აქვს საწყობის მუშაობის მოცულობის მნიშვნელობა

$$E \cdot T = A$$

სადაც  $E$  - ტვირთის შენახვის მოცულობის საშუალო მნიშვნელობაა;

$T$  - ტვირთის პარტიის შენახვის პერიოდია;

ტვირთის შენახვის საშუალო მოცულობა რომელიც საწყობში გატარდება  $T=365$  დღე-ღამის პერიოდში

$$E = \frac{NVT_S}{365} = \frac{Q_{\text{წ}T_{\text{წ}}}{365}$$

სადაც  $Q_{\theta}$  - საწყობიდან გასული ტვირთის რაოდენობაა  $T$  პერიოდში;  
 $Q_{\text{წლ}}$  - საწყობიდან გასული ტვირთის რაოდენობაა მთელი წლის მანძილზე.

საწყობიდან გასული ტვირთის რაოდენობა მთელი წლის მანძილზე გამოითვლება გამოსახულებით

$$Q_{\text{წლ}} = E \cdot \frac{365}{T_{\theta}}$$

სადაც ტვირთის შენახვის საშუალო მოცულობა

$$E = \frac{NVT_s}{365} = \frac{Q_{\text{წლ}} \cdot T_{\theta}}{365}$$

ხოლო

$$T_{\text{ინტ}} = \frac{T}{N} = \frac{365}{N}$$

არის საწყობში ტვირთების შემოსვლებს შორის დროს საშუალო ინტერვალი. ლოჯისტიკაში სიდიდე  $(365/T_{\text{ინტ}})$  წარმოადგენს საწყობის „ბრუნვადობის“ მაჩვენებელს. იგი გვიჩვენებს თუ განსახილველი პერიოდის განმავლობაში რამდენჯერ ხდება შედგენილობის სრული განახლება საწყობში.

კვლევის პროცესში აგრეთვე დამუშავდა მცირე პორტებისათვის სასაწყობე ფართის განსაზღვრის მეთოდიკა. ღია და დახურული ტიპის საპორტო საცავების შემთხვევაში დასაწყობების საჭირო ფართი განისაზღვრება ფორმულით

$$F = \frac{E}{q \cdot K_{\theta}}$$

სიდიდე  $E$  საწყობების საანგარიშო ტევადობა და განისაზღვრება დამოკიდებულებით

$$E = KD + P \cdot n$$

სადაც  $K$  - პორტში შემოსული ტვირთნაკადის სირთულის კოეფიციენტი და ითვალისწინებს ტვირთის სახეობას.

ერთგვაროვანი ტვირთებისათვის  $K=1,0 \div 1,3$ ;

შერეული ტვირთებისათვის  $K=1,3 \div 1,6$ ;

$D$  - საანგარიშო გემის სუფთა ტვირთამწეობაა (ტ);

სიდიდე  $P \cdot n$  - სარეზერვო ტვირთტევადობაა (ტ), სადაც  $P$  წარმოადგენს დატვირთვა-განტვირთვის სამუშაოების ინტენსივობას დღე-ღამეში (ტ/დღე-ღამე), ხოლო  $n$  სარეზერვო ნორმატიული დროა.

სიდიდე  $q$  წარმოადგენს დასაწყობებულ ტვირთის ტექნოლოგიურ დატვირთვას. ერთსართულიანი სასაწყობე შენობებისათვის ტექნოლოგიური დატვირთვა  $q=2,5$  ტ/მ<sup>2</sup>,

ხოლო მრავალსართულიანი შენობების პირველი და დანარჩენი სართულებისათვის შესაბამისად  $q=2,1$  ტ/მ<sup>2</sup> და  $q=1,35$  ტ/მ<sup>2</sup>.

$K_g$  დახურული ტიპის სასაწყობე ფართების გამოყენების კოეფიციენტია და შერეული გენერალური ტვირთების შემთხვევაში განისაზღვრება ცხრილიდან.

უნდა აღინიშნოს, რომ დახურული ტიპის საწყობებისათვის მნიშვნელოვანია შენობის სასარგებლო სიმაღლე ანუ სიმაღლე იატაკიდან გადახურვის მზიდ კონსტრუქციამდე. მისი სიდიდე განისაზღვრება შენობის ტიპის მიხედვით და ერთსართულიანი საწყობებისათვის  $H=7,8$  მ. მრავალსართულიანი შენობების პირველი სართულისათვის  $H = 6$  მ, ხოლო დანარჩენი სართულებისათვის მისი სიდიდე არ უნდა იყოს ნაკლები 4,8 მ-ზე.

### საერთო დასკვნები და რეკომენდაციები

- 1) შესწავლილი იქნა საზღვარი ქვეყნების მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარების საქმეში მცირე ნავსადგურების როლი და ამ რეგიონებში წარმოებული პროდუქციის მცირე პარტიული ტვირთების მცირე დანახრჯებით მოკლე დროში გადატვირთვის შესაძლებლობები;
- 2) ტოპოგრაფიული აგეგმვისა და გეოგრაფიული მდებარეობის ანალიზის საფუძველზე შესწავლილი და დასაბუთებული იქნა საქართველოს შავი ზღვის აკვატორიაში ჩაქვისა და მდინარე ჩაქვისწყლის მიმდებარე ტერიტორიაზე მცირე სიმძლავრის პორტის შექმნის პერსპექტივა და შესაძლებლობები, რაც მარტივად გადაწყვეტს რეგიონის სოფლის მეურნეობასა და გადამამუშავებელ სფეროში დასაქმებული მცირე და საშუალო ბიზნესისათვის საერთაშორისო სავაჭრო ურთიერთობებში ჩართვის შესაძლებლობებს;
- 3) საპორტო მშენებლობის გაანგარიშებისა და დაპროექტების ნორმატიული მეთოდიკის საფუძველზე, საკვლევი ტერიტორიის ტოპოგრაფიული გეგმისა და გეოგრაფიულ მონაცემებზე დაყრდნობით შეიქმნა ტერმინალის პროექტირების სქემა და ტვირთნაკადების მოცემული სიმძლავრისათვის განისაზღვრა ნავმისადგომების რიცხვი და განლაგება;
- 4) დამუშავდა დასაპროექტებელ პორტში გემების ნაკადის განაწილების და შემოსვლა-გასვლის განრიგის კვლევის მეთოდიკა, რის საფუძველზეც თეორიულად იქნა შესწავლილი ტვირთნაკადების და სახმელეთო სატრანსპორტო (რკინიგზა, ავტოსატრანსპორტო) საშუალებების მოძრაობის მარშრუტების სქემები და სიხშირეები;
- 5) ჩატარდა დასაპროექტებელი ნავმისადგომის ჰიდროტექნიკური ნაგებობების საექსპლუატაციო-ტექნიკური პარამეტრების კვლევა. განისაზღვრა ნავმისადგომის ნაგებობებზე მოქმედი გარე ფაქტორების ზემოქმედების მახასიათებლები და

შესწავლილი იქნა შერჩეული ტერიტორიის გრუნტის მახასიათებლების გავლენა ნაგებობების კონსტრუქციაზე;

- 6) დადგინდა რომ გრუნტის მახასიათებლების ცვლილება ემორჩილება არაწრფივი ამოცანების კანონებს და გრუნტის სივრცეში ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მდგრადობასა და დეფორმაციის მოვლენების აღწერა არ ხდება ერთიანი კომპლექსური მიდგომით და განიხილება ცალკეული ამოცანების ამოხსნის გზით;
- 7) ჩატარდა ნავმისადგომის ჰიდროტექნიკური ნაგებობების დამაბული და დეფორმაციული მდგომარეობის რიცხვითი მეთოდებით გამოკვლევა რთულ საინჟინრო გეოლოგიურ პირობებში. კერძოდ, განისაზღვრა შპუნტის დეფორმაციულ მდგომარეობაზე აკვატორიაში წყლის ჰიდროსტატიკური წნევის და გრუნტში ჩაღრმავების სიდიდეების მახასიათებლების გავლენა.
- 8) განისაზღვრა ნავსადგურის სასაწყობე ნაგებობების და ღია სივრცეების ზომები სტატისტიკური კვლევის მეთოდით. მიღებული სიდიდეები შესაბამისობაშია ტოპოგრაფიულ გეგმასა და გეოგრაფიულ ზომებთან. აღნიშნული მოდელის გამოყენება იძლევა საშუალებას კომერციული თვალსაზრისით შვავასოთ დასაპროექტებელი ტერმინალის მუშაობა და ამ შეფასების საფუძველზე მივიღოთ გადაწყვეტილება საწყობების მოცულობის გადიდების ან სატრანსპორტო საშუალებების მწარმოებლობის გაზრდის შესახებ.

### დოქტორანტ კონსტანტინე ბოლქვაძის ავტორობით და თანაავტორობით გამოქვეყნებული შრომები

#### Doctoral student Konstantin Bolkvadze has authored and co-authored scientific publications

1. Bolkvadze K., Sharabidze I., Kochadze T., Gogadze V., THE METHODOLOGICAL FOUNDATIONS FOR CREATING THE SMALL CAPACITY PORTS ON THE BLACK SEA COAST OF GEORGIA. International scientific journal “transport&MOTAUTO WORLD”. YEAR IV, Issue 1/2019. [WWW.stumejournals.com](http://WWW.stumejournals.com)
2. Bolkvadze K., Kamladze A., Sharabidze I. The possibilities of creating the small-capacity ports and design methods. Journal of Akaki Tsereteli State University „MOAMBE”, No. 2, 2021.
3. Konstantin Bolkvadze, Irakli Sharabidze, Aleksandr Kamladze, **Development and analysis of normative technique for designing the small sea port facilities**. International journal for science, technics and innovations for the industry “MACHINES TECHNOLOGIES MATERIALS”. YEAR XV, Issue 2/2021. [WWW.stumejournals.com](http://WWW.stumejournals.com)



**Akaki Tsereteli State University**  
**Faculty of Engineering and Technology**

**Copyrighted manuscript**

**Konstantin Bolkvadze**

**Justification of prospects for creating the small-capacity ports in  
the waters of the Black Sea region of Georgia and study of their  
technical-economic parameters**

**of the Doctoral Thesis Nominated for Ph Doctor Degree  
in Transport Engineering**

**Kutaisi 2021**

**Akaki Tsereteli State University**  
**Faculty of Engineering and Technology**

Scientific Advisor: Professor **Irakli Sharabidze**

Reviewers: Professor **Roman Mamuladze**  
Batumi State Maritime Akademy  
Associate Professor **Nodar MardaleiSvili**  
Akaki Tsereteli State University

Defense of a thesis will be held \_\_\_\_\_ 14<sup>00</sup> h.  
(date and time)

at the session of the Dissertation Commission created by Dissertation Council of the Faculty of Technical Engineering. Address: Auditorium №1114, Building I, 59 Tamar Mepe Street, 4600, Kutaisi.

Dissertation is available in the library of the Akaki Tsereteli State University at the address: 59 Tamar Mepe Street, 4600, Kutaisi

The Author's Abstract had been sent out „ \_\_\_\_ “ \_\_\_\_\_ 2021.

Dissertation Council

Secretary, Associate Professor \_\_\_\_\_ / N. Sakhanberidze/

## General description of work

**Topicality of research.** It is difficult to assess the importance of ports in the economic development of countries and territories. Due to the fact that shipping is in most cases more efficient than land transport, the existence of ports has always contributed to the rapid development of freight transport between countries and regions. Shipping, and therefore, the river and sea ports, provided the link between the world's most economically developed centers and less developed peripheral regions. By playing such a role, the ports performed the functions of urban growth and economic empowerment and were the main centers of the development of regions.

It is well known that Georgia has the greatest resource potential in the form of the Black Sea, although the extent to which this resource is used can not withstand the slightest criticism. The Black Sea coast of Georgia, with a length of 310 km, provides the best opportunity for the development of a network of small ports, which, among other benefits, will contribute to the intensive development of small and medium-sized businesses at the sea, improve macroeconomic indicators (GDP per capita, employment and unemployment indices) and consequently develop the country's economy.

Ports and harbors, which are the place of border control, transshipment, administrative services and trade procedures, as well as nodes connecting land and maritime transport routes, are one of the most important links in the transport-logistics chain.

Shipping on the Black Sea dates back to ancient times, thus the countries and peoples of the Black Sea region have ancient maritime traditions and history, including in terms of international traffic. These historical circumstances still play an important role in the processes of rational understanding of the challenges posed by the development of maritime affairs in our country.

Despite significant investments, port operations and sea-lift capacity are still non-standard in most cases, hindering the development of the shipping sector. A review of the national maritime policy should take into account the growing global popularity of the concept of economic globalization and the supply chain.

According to the World Competitiveness Index developed by the World Economic Forum, Georgia ranks 67th, while in the "Infrastructure Criterion" of this index, including the quality of port infrastructure – it ranks 69th.

According to the Logistics Development Index, compared to other neighboring countries in the region, Georgia has poorly developed transport logistics systems. Such a situation has a negative impact on:

- The pace of development of small and medium business;
- Investment attractiveness of the country;
- The economy, employment and living standards.

To overcome the existing challenges, the Government of Georgia, through the interest of business structures, should take effective measures to further develop the land-maritime transport and logistics systems and increase its competitiveness, which will play a major role in creating and developing a network of small ports in the country. At the same time, these studies will become an important basis for the development of a "Maritime Business Development Strategy" in Georgia.

### ***Goals and objectives of the research***

It should be noted that the operation of large-deadweight ships is accompanied by a reduction in the number of direct access to their ports, which necessitates the use of a "hub and spoke" system, which reduces the degree of process flexibility and presumably lower efficiency of voyage frequency.

Shippers believe that the result of all this is failures in the supply chain, delays, the creation of large stocks, and consequently an increase in capital demand, which often becomes a major problem for a powerful port-hub.

Thus, the creation of a network of small ports plays an important role in the development of small and medium-sized businesses in maritime countries today. For example, Latvia, along with major port hubs (Liepaja, Ventspils, Riga, etc.), has seven small ports on the Baltic Sea (Pavilosta, Roya, Mersrags, etc.). They provide an important tool that has a positive impact on the sustainable and equitable development of small and medium-sized businesses in the country. Small ports are becoming the centers of regional economic activity.

The technological process of exports from a small port is faster and easier compared to large deep-water port hubs. Because in small ports it is possible to deliver cargo by road directly to the terminal, this is very economical as it is no longer necessary to preload the cargo unit and transport it from the cargo yard or warehouse to the docking station.

Public or private investment in the creation of small ports and the improvement of their infrastructure will have a positive impact on reducing maritime shipping risks and increasing safety, reducing the risks of large-scale pollution and helping to improve the functioning of small ports.

By means of small ports, it is possible to transship cargo at little cost. Priority is given to the services of small-scale agricultural, construction, raw materials and other types of cargo produced in the region. A seafood primary processing plant can be located in or near the ports, which should simplify transportation of fish and export of finished products. A small port can easily develop yacht and cruise tourism.

### ***Research methodology***

The basis of the competitiveness of modern small ports, along with an attractive geographical location and well-maintained infrastructure, is the operation with high standards of service. The growth of goods transport to the countries of the South Caucasus and Central Asia, as well as from China to Europe, requires the use of particularly efficient methods in shipping processes and logistics decisions.

The paper uses a dialectical method as a theoretical-methodological basis for research, during which economic events related to research are considered in a strict cause-and-effect relationship. And the analysis of the research results was carried out by the method of comparative analysis based on the investigation of cause-effect relationships.

The studies also use the well-tested method of system analysis, which involves the creation of a single whole system of selected functions, which in its efficiency exceeds the total efficiency of its components or functions. Such an approach allows us to ensure a synergistic relationship between the individual infrastructure links of small ports in order to increase the overall efficiency of its operation with a view to increasing the total efficiency. The studies use probabilistic-statistical methods and models for solving transport problems appropriate to both classical and particular situations.

With a view to determining the adequacy of theoretical calculations by means of field-experimental methods, studies of the small port territory and the traffic routes of vehicles using GIS and other modern systems have been carried out.

***Expected results of the research***

One of the areas for the implementation of the plan of effective spatial arrangement of business enterprises and transport infrastructure facilities declared by the government of our country can be considered the arrangement of a network of small ports on the Black Sea coast of Georgia.

The idea of creating a network of small ports on the Black Sea coast of Georgia is closely linked to solving the socio-economic and environmental problems in the region, strengthening peaceful relations with the conflict zones and enhancing mutual trust. By creating a network of ports, it will be possible to achieve significant innovative results for the country and the region as a whole.

Based on the results of the research, it is possible to start the practical implementation of a particular technological activity, which will significantly reduce the risks for the project sustainability in the research process and pave the way for further practical implementation.

As a result of fruitful cooperation between the governmental and business structures interested in the technologies created on the basis of the research, the transport port-logistics systems of the small port network will be qualitatively improved, as a result of which the risks related to the implementation of the developed technologies will be minimized, which will become the basis for its practical implementation.

During the research the process, with the involvement of relevant government and business structures, a strategic plan for the development of small and medium-sized businesses related to the sea will be created in Georgia, which is currently not in place.

***International and local collaboration in the research***

The research included collaborations with both foreign and local institutions. Interest in the project of small ports on the Black Sea was expressed by: the Wismar University from Germany, Sofia Transport University, Varna and Burgas Technical Universities from Bulgaria; Odessa National University of Economics from Ukraine; the Caspian State University (Aktau) and L.N. Gumilyov Eurasian National University (Asatana) from Kazakhstan. Within the framework of the research, the issues of advisory services in collaboration were discussed at the meetings during the work of international scientific conferences (trans & MOTAUTO; "HIGH TECHNOLOGIES. BUSINESS. SOCIETY, EUROPE - ASIA TRANSPORT BRIDGE).

Within the framework of the research, work was also done with local institutions as follows: LEPL Maritime Transport Agency, which monitors Georgian seaports; the Ministry of Economy and Sustainable Development of Georgia - in terms of specifying the prospective volumes of cargo flows; the regional administrations of the coastal regions, with a view to selecting the location of the infrastructure facilities related to the project and the surrounding recreational zones, etc.

The governments and business organizations of the neighboring countries, such as Turkey, Azerbaijan, Bulgaria, Ukraine, Armenia, Kazakhstan, as well as the Chinese government with the greatest economic potential are interested in the development and support of Georgia's maritime transport infrastructure.

According to recent reports, the Iranian government is actively considering the real prospects of increasing cargo volumes to European countries via Georgia.

### ***An overview of work***

Presentations on the results of dissertation paper were made at the following conferences and forums:

5. International Scientific-Practical Conference “HIGH TECHNOLOGIES. BUSINESS.SOCIETY” 13 – 16.03. 2021, Borovets, Bulgaria.
6. International Scientific-Technical Conference “trans&MOTAUTO19”. Varna, Bulgaria, 2019.
7. International Scientific Conference at the Batumi State Maritime Academy, Batumi, 2020.
8. The scientific-practical workshops on transport-related issues held at the Department of Transport and Civil Engineering of Akaki Tsereteli State University, ATSU, Kutaisi, 2019–2021.

### **Published materials**

On dissertation materials, there have been published 3 scientific papers in high-rated journals, recommended by the Dissertation Council of the Faculty of Technical Engineering of ATSU, including two papers have been published in peer-reviewed English-language journals.

### **The volume and structure of dissertation**

Dissertation is was performed in Georgian language and is divided into four chapters, and comprises 143 A4 format printing pages, including 20 tables, 53 drawings, n list of 128 references.

**The first chapter** of the paper dwells on the history, purpose and classification of the seaports. As a result of the research analysis, we have conditionally selected the geographical location of three small ports on the Black Sea coast of Georgia (Fig. 1).

Preliminary calculations resulted in selecting the territory adjacent to the territory, where the Chakvistskali River meets the sea, the area around the town of Grigoleti and the area around the town of Ochamchire. The idea of creating a network of small ports is closely linked to solving the socio-economic and environmental problems in the region, strengthening peaceful relations with the conflict zones and building mutual trust.

The seaport is a complex transportation complex that must have a variety of functional purpose.

Figure 2 illustrates the transport-technological scheme of the port terminal.

As can be seen from the diagram, the main elements that determine the efficiency of the port are the berth and storage areas. The main functions of the ports are loading-unloading and transport-distribution works.

The historical factors of the creation of the seaports, the issues of the impact on their infrastructural equipment and regional development are discussed in the papers of L. Tellier, M. Kuznetsov, S. Ferrari, M. Stipford and others. There is a direct correlation between the development of the region's economy and the ports, and those cities and towns where there is a port have competitive advantages.

Figure 3 illustrates the contribution of the small ports to the development of the region's economy.

An analysis of the experience of the Baltic States has revealed that the main contribution of the small ports to the economic growth of the surrounding coastal regions is the creation of a favorable environment for the establishment and development of small and medium-sized businesses in these areas.

The ports, as the transshipment points, should be used economically and organizationally not only for the complete logistical processing of cargo, but also as an important contributing factor to the development of industrial and agro-logistical potential in the surrounding areas.

**The second chapter of the paper** describes the analytical methods for calculating the port infrastructure parameters. Based on the analysis, the publications made on these issues can be conditionally divided into several categories, particularly on: information on cargo ships in the maritime space; loading and unloading works at the port terminal; transportation of cargo between the technological zones of the terminal; the operational aspects of the functioning of terminal. The rapid growth of new types of devices has a significant impact on design methods. For example, changes in the composition of equipment required for handling cargo lead to an increase in the variety of terminals themselves.

The basics of designing the seaports and terminals are given in the works of many researchers such as: A. Frolov, P. Kuzmin, V. Strakhov, V. Yatsenko, T. Buzhenov, B. Usanov, A. Stepanov, F. Ktsman and others.

At the initial stage of the calculation, the intensity of the load-unloading work is considered, which is determined by the duration of the load work and the production delay time, and it is calculated by the formula

$$P_{daily} = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{A_j(t_{lj}+t_{dj})}{24D_j}} \frac{\phi}{days'}$$

where  $n$  – the number of ships;

$D_j$  - the design load of  $j$ -type ship, t;

$A_j$  – the calculated share of  $j$ -type ship in the volume of the cargo-turnover;

$t_{lj}$  – time spent on ship loading operation, h;

$t_{dj}$  – ship production delay time on the coast, h.

The annual navigation capacity in tons is calculated according to the given formula

$$P_{an} = \frac{30P_{daily} \cdot K_{met} \cdot K_d \cdot N_m}{K_m},$$

where  $N_m$  – number of months of navigation;

$K_m$  – monthly variation factor;

$K_{met}$  – coefficient that takes account of meteorological conditions;

$K_d$  – ship delay coefficient that takes account of detention time.

Thus, the annual throughput of the port is the volume of cargo that it can provide for a given use factor. This volume is less than the capacity of the berth.

It is important to determine the berth load factor during technological design. It is recommended to determine the number of berths by the following formula:

$$N_b = \frac{Q_m}{30P_{daily} \cdot K_{met} \cdot K_m},$$

where  $Q_m$  – the calculated monthly cargo-turnover, t/m;

$P_{daily}$  – intensity of loading-unloading operations, t/per day;

$K_{met}$  – use factor of working time of the berth with account of detention caused by meteorological conditions.

Through simple transformations, we shall obtain

$$N = \frac{Q_m}{30P_{daily} \cdot K_m \cdot K_{an}} = \frac{Q_m \cdot N_b}{P_{an}} = \frac{Q_{an}}{P_{an}}$$

The idea behind the formula is that the required annual cargo turnover of the entire port or terminal should be divided by the calculated theoretical cargo turnover of one berth to obtain the required amount of berths. The value obtained with this should be rounded up to a greater value or to the nearest whole number.

Figure 4 illustrates the ship flow service with two berths, while Figure 5 shows the ship flow service with one berth.

Based on the analysis of the above schemes, we can conclude that the construction of two fully functioning berths that will enable us to serve relatively large ships is not advisable. To receive these ships, it is advisable to build one berth, which provides its loading with the coefficient  $K = 180/300 = 0,6$ . If the second berth is also used for small vessels at the same time, then the load factor will be  $K = 100/330 = 0,33$ , which will ultimately give us a practically full loading of both berths.

When considering the technological design, it is important to determine the berth's labor utilization rate taking into account meteorological conditions. The numerical value of this rate is important for determining the substantial quantities such as the annual capacity of the port and the number of berths. The rate takes account of the impact of precipitation, wind and ambient temperature on working conditions.

The process of creating this or that type of port or terminal, as the object of any transport infrastructure, goes through several stages ranging from the business idea to the analysis of the commercial results of the operation. This process involves the creation of project and work documentation, construction, commissioning and operation of the object. The phases of creating the port terminal are given in Figure 6.

Meanwhile, Figure 7 illustrates the practical scheme for creating the port terminal.

In practice, the unified procedure for the creation of a port terminal is completed as a series of independent successive phases related to substantiated technical assignments and based on methodological recommendations for design standards (Fig. 5). In a number of cases the design procedure is completed by various organizations and specialists. Examining new circumstances at a later stage of design very often requires modifications to the current project.

**The third chapter of the paper** discusses the study of the operational and technical condition of the berths of small ports.

During operation, hydraulic engineering structures of the port are exposed to significant environmental and operational impacts.

The main natural-aggressive impacts on berth buildings are: collisions of ships and waves, streams, decomposition of materials during an instantaneous change in ambient temperature, variability of water level, corrosion caused by salty sea water, etc.



Operating impacts include: berth overloading; mechanical action of ships, in particular the hits when entering the port; chemical action that occurs during the placement and handling of cargo in the port.

According to the impact of the environment, hydraulic engineering structures of the port can be divided into the following zones: underwater - underground zone; the variable level zone; the water surface zone; the internal filling zone.

In the underwater – underground zone, the part of the structures are constantly under water and in the ground. The upper limit of the zone is the lower limit of the variable level.

In the variable level zone, the structure and individual elements of the building experience alternating types of drying and wetting, as well as freezing and thawing at the negative temperatures.

The surface zone is located above the variable level zone. The part of the structures in this zone is exposed to atmospheric precipitation, air temperature variability and solar radiation.

Some of these structures in the internal filling zone are not in direct contact with the environment. These include thin-walled structures of the building, reinforced concrete products and so on. One of the major factors affecting the stability and durability of structure is the ground, and knowledge of its characteristics is important when assessing the foundation’s ground stability.

During the design and operation of berth buildings, it is necessary to consider two aspects: 1) the study of external impacts on structures and 2) the study of the reaction of structures to these impacts, both in the short and long term. It should be noted that the strength of the construction materials of structure is significantly affected by the characteristics of the water and soil environment, such as: acidic aggressiveness; content of sulfuric acid and other salts; hydrogen sulfide dissolved in the sea water, which is abundant in Black Sea water; the presence of wandering currents and so on. The main characteristics of dynamic and vibratory loads on structures of the port are the frequency, amplitude and acceleration of vibration of construction elements and the foundation’s ground resulted from the operation of vehicles and mechanisms.

According to the nature of the impact of static load, berth’s hydraulic structures are divided into two groups: arched and non-arched structures.

In arched-type structures (Fig. 8), the net static load is transferred from the ground environment and generates the so-called “arched” pressure on structure that is accumulated with the “arched” pressure of the filling ground on the lower part of structure. In addition to horizontal component, the arched pressure is characterized by vertical component, which depends on friction value between the ground and the wall.

In non-arched structures (Fig. 9), the net static load is the force acting directly on the structural elements.

Prior to the action of load on the “wall-loose ground” system, only the ground’s arched pressure  $\alpha$ , was applied to the wall, while the action of  $q(x_1x_2)$  load resulted in an increase in the arched pressure by  $\alpha(q)$  value (the diagram shows the dashed part of the curve). However, according to the law of elastic force equation, the magnitude of the wall curvature increases, namely its displacement from the upper pillar increases by a magnitude  $\Delta$ , and the elastic force equation is:

$$EJ \cdot \frac{d^2x}{dy^2} = M(y), \quad (3.1)$$

where  $M(y)$  - the bending moment component caused by the load  $\alpha(q)$  on the wall;  
 $EJ$  – wall rigidity.

$\alpha(q)$  – arched pressure increment caused by the load  $q(x_1x_2)$ ;

$\alpha'(q) - q(x_1x_2)$  residual pressure caused by the load  $q(x_1x_2)$ ;

$\Delta$  – displacement of the upper part of the wall resulted from the action of load  $q(x_1x_2)$ ;

$\tau(q)$  – arched pressure vertical component;  $\Delta'$  - residual displacement of of the upper part of the wall after removal of the load;

$H$  - wall height;

$x_1$  and  $x_2$  – load band coordinates.

According to the calculation methodology developed in the paper, the type of small port structure can be selected and the main load characteristics caused by the influence of external disturbing force factors can be calculated. **The fourth chapter of the paper** dwells on the study of the technical-economic parameters of one of the important structural units of the small seaports - the warehousing system. The high level of functioning of cargo handling processes is related not only to the coordinated operation of different types of transport, but also to the effective management of cargo warehousing processes in time. First of all, it is necessary to identify the main performance function of the port warehouse.

The modern seaports may differ significantly in appearance, but despite these differences, their role in the supply chain logistics, transportation and handling operations is identical to the type of cargo. All seaports or terminals, whose specialization profile is defined according to the type of cargo, perform an identical function and for the effective performance of this function it is provided to equip them with different functional elements. All these elements are connected to each other and form the appropriate transport-technological system of infrastructure.

Cargo entering the port, before further delivery, is temporarily placed in a cargo warehouse, which performs the function of accumulation and equality of peak receipt or delivery of cargo between different types of vehicles. If the ship enters the port to receive cargo ahead of schedule, then in order to perform cargo loading work in the warehouse, there must be a backup cargo. If the ship arrives at the port with a delay, then the warehouses must have a stock of goods that ensures the continuous operation of transport. If the ship is late in receiving the cargo, then the warehouse should be able to accommodate the extra cargo that will arrive by land.

Cargo handling at the port warehouse is primarily related to the change in its shape during transportation and storage, which is determined by the specialization of technological equipment. Because of this, separate ports and terminals are equipped with different functional elements to perform these functions. The function of changing the shape of goods serves their logistic processing. The general scheme of the terminal transport logistics system is given in Figure 11.

The main component of the formation of the transport-logistics system is the internal port transportation system, which is represented in the diagram by means of arrows. Each of these connections represents a particular cargo micro-flow and forms a micro-cargo front that forms the part of the overall cargo front.

Based on the analysis, it can be concluded that one of the key links in the performance of the seaport and terminal (which is reflected in the quality and efficiency of service) is the **cargo**

**warehousing system**, which determines the potential of the port and lays down the principles of economic development.

Consider how the average and maximum volume of joint storage of cargo in the port warehouse space can be evaluated.

Cargo consisting of  $n$  different types of independent batches with a volume of  $V_n$  is stored unevenly in the warehouse, which means that the storage time of the  $\alpha_1$  part of the batch is  $T_1$  length of time, the storage time of  $\alpha_2$  part is  $T_2$ , and so on. Storage of  $V_n$  volume cargo in a warehouse requires determining the so-called place-time number, called warehouse operation on per batch storage, and is determined by the dependency as follows

$$\alpha_n = \sum_{i=1}^n V_n \cdot \alpha_i \cdot T_i = V_n \sum_{i=1}^n \alpha_i T_i,$$

where  $V_n$  – the volume of the  $n$ -th batch of cargo;

$\alpha_1; \alpha_2 \dots \alpha_i$  – the share of the batches of volume  $V_n$  in cargo;

$T_1; T_2 \dots T_i$  – storage time for the separate cargo batches;

$\alpha_n$  – work of warehouse on cargo storage.

The value  $\sum_{i=1}^n \alpha_i T_i$  is the average storage time of cargo in the warehouse

$$T_n = \sum_{i=1}^n \alpha_i T_i$$

Overall work of warehouse, when storing the volume  $V_n$  of cargo.

( $n=1 \dots, N$ ) during a time interval  $T$  is determined as follows

$$A = \sum_{n=1}^N \alpha_n \sum_{n=1}^N V_n \cdot T_n,$$

where  $A$  - work of warehouse on storage of all cargo batches;

$N$  – overall quantity of cargo stored in the warehouse.

The average volume of stored cargo  $E$  is a quantity that has the value of the volume of warehouse work for time  $T$

$$E \cdot T = A,$$

where  $E$  – the average value of the volume of stored cargo;

$T$  – cargo batch storage time ժամանակ.

Average storage capacity of cargo to be stored in the warehouse during  $T = 365$  days

$$E = \frac{NVT_s}{365} = \frac{Q_y \cdot T_s}{365},$$

where  $Q_{\vartheta}$  - quantity of cargo moved from the warehouse during the period of  $T$  ;

$Q_y$  - quantity of cargo moved from the warehouse for the whole year.

Quantity of cargo moved from the warehouse for the whole year is calculated by the expression

$$Q_y = E \cdot \frac{365}{T_s},$$

where the average volume stored cargo is

$$E = \frac{NVT_s}{365} = \frac{Q_{\vartheta} \cdot T_{\vartheta}}{365}$$

and 
$$T_{int} = \frac{T}{N} = \frac{365}{N}$$

is the average time interval between inputs of cargo in the warehouse.

In logistics, the magnitude ( $365/T_s$ ) is an indicator of the "turnover" of a warehouse. It shows how many times the composition is completely renewed in the warehouse during the period under review.

During the research process, there was also developed a methodology for determining storage space area for the small ports. In the case of the open and closed ports, the required storage space area is determined by the formula

$$F = \frac{E}{q \cdot K_\beta}$$

The value  $E$  is calculated capacity of the warehouses, and it is determined by the relationship

$$E = KD + P \cdot n,$$

where  $K$  - coefficient of cargo flow complexity entered the warehouse, and it take account of the type of cargo.

For homogeneous cargo  $K=1,0 \div 1,3$ ;

For mixed cargo  $K=1,3 \div 1,6$ ;

$D$  – cargo deadweight tonnage (t);

The value  $P \cdot n$  – spare cargo capacity (t), where  $P$  is the intensity of loading-unloading operations per day (t/per-day), while  $n$  standard spare time.

The value  $q$  represents the technological load of the stored cargo. Technological load for single-storey warehouse buildings  $q=2,5$  t/m<sup>2</sup>, while for the first and remaining floors of multi-storey buildings  $q=2,1$  t/m<sup>2</sup> and  $q=1,35$  t/m<sup>2</sup>, respectively.

$K_u$  is the usage factor of the closed type warehouses and in case of mixed general loads is determined from the table.

It should be noted that for the closed type warehouses, the useful height of the building or the height from the floor to the load-bearing structure of the roof is of importance. Its size is determined by the type of building and for single-storey warehouses  $H=7,8$  m.. For the first floor of multi-storey buildings  $H = 6 \text{ \AA}$ ., and for other floors its size should not be less than 4.8 m.

### **General conclusions and recommendations**

- 9) The role of the small ports in the development of small and medium-sized businesses in the bordering countries and the possibilities of transshipment of small quantity of goods produced in these regions in a short time with small costs were studied;
- 10) Based on topographic planning and geographical location analysis, the prospects and opportunities for the establishment of a small-capacity port in the Black Sea area of the territory adjacent to Chakvi and the Chakvistskali River were studied and justified, which easily realizes the potential for small and medium-sized businesses in the region;
- 11) Based on the normative methodology of calculation and design of the port construction, according to the topographic plan and geographical data of the study area, the design scheme

of the terminal was created and the number and layout of berths were determined for the given capacity of cargo flows;

- 12) The methodology of the study of the distribution and entry-exit schedule of ships in the projected port was developed, on the basis of which the schemes and frequencies of the routes of cargo flows and land transport (rail, road) were studied;
- 13) The study of the operational-technical parameters of hydraulic engineering structures of the projected berth was carried out. The characteristics of the impact of external factors on the berth buildings were determined and the influence of the ground characteristics of the selected area on the construction of the buildings was studied;
- 14) It has been established that the change of the ground characteristics obeys the laws of nonlinear problems and the description of the stability and deformation phenomena of hydraulic engineering structures in the ground space is not described by a single complex approach, but is considered by solving individual problems;
- 15) Numerical study of the stress-strain state of the berth hydraulic engineering structures in difficult engineering geological conditions was carried out. In particular, the influence of the characteristics of the hydrostatic pressure of water in the water area and the depth values of the groundwater on the strain state of the tongue and groove was determined.
- 16) Dimensions of port warehousing facilities and open spaces were determined by statistical survey method. The values obtained are consistent with the topographic plan and geographical dimensions. The use of this model allows us to evaluate the operation of the projected terminal from a commercial point of view and, based on this evaluation, to make a decision on increasing the volume of warehouses or increasing the efficiency of vehicles.